

**METODOLOGIA PRAGMÁTICA PARA
AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO E
PLANEJAMENTO DE CAPACIDADE
EM REDES DE COMPUTADORES**

Edson Josias Cruz Gimenez

Julho/2004

Metodologia Pragmática para Avaliação de Desempenho e Planejamento de Capacidade em Redes de Computadores

Edson Josias Cruz Gimenez

Dissertação apresentada ao Instituto Nacional de Telecomunicações, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Elétrica.

Orientador: Prof. Dr. Anilton Salles Garcia

Santa Rita do Sapucaí

2004

Dissertação defendida e aprovada em 05/07/2004, pela
comissão julgadora:

Dr. Anilton Salles Garcia
DI/CT/UFES – Universidade Federal do Espírito Santo

Dr. Hermano de Medeiros Ferreira Tavares
DENSIS/FEE/UNICAMP - Universidade Estadual de Campinas

Dr. José Marcos Câmara Brito
DTE/INATEL – Instituto Nacional de Telecomunicações

Coordenador do Curso de Mestrado

Dedicatória

À minha esposa, Leda, que nos momentos em que me encontro distante, devido às atividades do trabalho, está sempre presente, em pensamento, renovando-me as forças.

Agradecimentos

“Feliz é aquele que transfere o que sabe, e aprende o que ensina”

Cora Coralina

A Deus, pelos desafios oferecidos, e principalmente, pelas forças para enfrentá-los. Em especial, ao Prof. Dr. Anilton Salles Garcia; mais que orientador, um grande amigo.

Aos membros da banca, Prof. Dr. Hermano de Medeiros Ferreira Tavares e Prof. Dr. José Marcos Câmara Brito, pela atenção e tempo dedicados à avaliação deste trabalho.

Aos companheiros de pesquisa, Marconi Dias Marques e Rafael Carvalho Faria Andrade, pelo apoio e amizade, fortalecidos durante nossos trabalhos de IC.

A todos os amigos, pelo apoio e ajuda, nos momentos que se fizeram necessários.

Aos funcionários do INATEL, pela boa vontade e rapidez, quando solicitados.

Ao INATEL, por permitir a realização deste trabalho em suas dependências, e pela oportunidade oferecida.

ÍNDICE

Índice	i
Lista de Figuras	iv
Lista de Tabelas	vii
Lista de Siglas	viii
Resumo	x
Abstract	xi
1 Introdução	1
2 Gerência de Redes	6
2.1 Objetivos da Gerência de Redes	7
2.1.1 Assegurar o Funcionamento	7
2.1.2 Assegurar Bom Desempenho	7
2.1.3 Reduzir os Custos de Manutenção	8
2.2 Distribuição dos Gerentes na Rede	8
2.3 Arquitetura Genérica de Gerência	9
2.3.1 Dispositivos Gerenciáveis	10
2.3.2 Processo Gerente	10
2.3.3 Processo Agente	11
2.3.4 Base de Informação de Gerência	11
2.3.5 Primitivas de Gerência	15
2.3.6 Protocolo de Gerência	15
2.4 Áreas Funcionais da Gerência	15
2.4.1 Gerenciamento de Falhas	16
2.4.2 Gerenciamento de Contabilidade	17
2.4.3 Gerenciamento de Configuração	17
2.4.4 Gerenciamento de Segurança	17
2.4.5 Gerenciamento de Desempenho	18
2.5 Padrões de Gerência	19
2.5.1 CMISE/CMIP - Modelo de Gerência OSI [1][5]	19
2.5.2 SNMP - Simple Network Management Protocol	21
2.5.3 RMON - Remote Monitoring	28
2.5.4 Sniffers	34
2.6 Resumo Comparativo: SNMP / RMON / Sniffer	35
2.7 Ferramentas de Gerência	36
3 Gerência de Desempenho em Ambientes Corporativos	39
3.1 Visão Geral de um Ambiente Corporativo	39
3.2 A Importância da Gerência de Desempenho	40
3.3 Conceitos Fundamentais Sobre a Gerência de Desempenho	41
3.3.1 Serviço	41
3.3.2 Ocupação de Recursos e Caracterização de Serviços	41
3.3.3 Indicadores de Qualidade de Serviço	42
3.3.4 Demanda Sobre os Serviços	42
3.4 Principais Atividades da Gerência de Desempenho	42
3.4.1 Monitoramento de Eventos Relevantes ao Desempenho do Sistema	43
3.4.1.1 Monitoramento para Verificação de Desempenho	43
3.4.1.2 Monitoramento para Caracterização de Carga de Trabalho	43
3.4.2 Análise de Desempenho	44
3.4.2.1 Modelagem Analítica	45

3.4.2.2	Simulação de Eventos Discretos.....	45
3.4.3	Planejamento de Capacidade.....	47
3.5	Principais Alvos da Gerência de Desempenho.....	48
3.5.1	Estudo de Tráfego.....	48
3.5.1.1	Taxa de erros físicos.....	49
3.5.1.2	Utilização de banda passante.....	49
3.5.1.3	Disputa pelo meio.....	49
3.5.1.4	Descarte de dados em <i>buffers</i> dos nós da rede.....	49
3.5.1.5	<i>Throughput</i> dos nós da rede.....	50
3.5.1.6	Latência do sistema.....	50
3.5.1.7	Volume de tráfego cursado e caracterização de tráfego.....	50
3.5.1.8	Matriz de interesse de tráfego.....	50
3.5.2	Estudo de Serviços.....	51
3.5.2.1	Protocolos Envolvidos.....	51
3.5.2.2	Caracterização de um serviço.....	52
3.5.2.3	Matriz de Serviços.....	52
3.5.2.4	Tempo de resposta.....	52
3.5.3	Estudo de Servidores e Equipamentos.....	52
3.5.3.1	CPU (<i>Central Processor Unit</i>).....	53
3.5.3.2	Memória.....	53
3.5.3.3	Disco.....	53
3.5.3.4	Portas de Comunicação.....	54
4	Metodologia Pró-Ativa para Gerência de Desempenho.....	55
4.1	Modelo de um Sistema de Comunicação Genérico.....	55
4.1.1	Clientes.....	56
4.1.2	Facilidades de Comunicação.....	56
4.1.3	Provedores de Serviço.....	56
4.2	Apresentação da Metodologia de Gerência Pró-ativa.....	57
4.2.1	Fase Zero – Condições Iniciais.....	57
4.2.2	Fase Um - Monitoramento Pró-ativo.....	59
4.2.3	Fase Dois – Análise de Desempenho.....	60
4.2.4	Fase Três – Planejamento de Capacidade.....	61
4.3	Especialização da Metodologia para Redes de Computadores.....	62
4.3.1	Implementando a Fase Zero – Condições Iniciais.....	63
4.3.1.1	Grupo Funcional para Aplicação da Metodologia.....	63
4.3.1.2	Lista de Indicadores de Desempenho e Padrões de Qualidade,.....	63
4.3.1.3	Frequência de Monitoramento.....	64
4.3.1.4	Período ou Duração do Monitoramento.....	64
4.3.2	Implementando a Fase Um - Monitoramento Pró-Ativo.....	64
4.3.3	Implementando a Fase Dois – Análise de Desempenho.....	66
4.3.4	Implementando a Fase Três - Planejamento de Capacidade.....	71
5	Estudo de Caso.....	74
5.1	Implementando a Metodologia Proposta.....	74
5.1.1	Fase Zero - Condições Iniciais.....	76
5.1.2	Fase Um - Monitoramento Pró-ativo.....	76
5.1.3	Fase Dois - Análise de Desempenho.....	92
5.1.4	Fase Três - Planejamento de Capacidade.....	101
6	Conclusão.....	111
	Referências Bibliográficas.....	114
	Anexo A - Análise e Aplicação de Ferramentas de Gerência.....	117
A.1	Introdução.....	117
A.2	Parâmetros para Análise.....	118
A.3	Ambiente de teste.....	119
A.4	Descrição da metodologia de teste.....	120

A.5 Softwares Analisados	121
A.5.1 Sniffer Pro 3.0 **	121
A.5.2 V.2 Ethereal 0.9.4	125
A.5.3 Analyzer 2.2	128
A.5.4 NetBoy Suite 2.0	131
A.5.5 MRTG (Multi Router Traffic Grapher) 2.9.27	135
A.6 Análise Comparativa	138
Anexo B – Dados e Estatísticas: Fase Um da Metodologia	141
B.1 Enlace INATEL - Impsat	141
B.2 Enlace MDF-Servinatel2	147
B.3 Enlace MDF/IDF-Prédio2	153
B.4 Enlace MDF/IDF-Prédio3	159
B.5 Enlace MDF-IDF/Prédio4	165
Anexo C – Resultados Opnet: Fase Três da Metodologia	171
C.1 Configuração do Modelo Inicial	171
C.1.1 Configuração dos Tipos de Usuários (<i>Profiles</i>)	172
C.1.2 Configuração das Aplicações	174
C.1.3 Configuração dos Usuários em cada Segmento da Rede	174
C.1.4 Definição dos Serviços Disponibilizados em cada Servidor da Rede	176
C.1.5 Principais Características em cada Cenário de Simulação	178
C.2 Resultados Opnet	181
C.2.1 Resultados: Utilização de Largura de Banda	182
C.2.2 Resultados: <i>Throughput</i>	189
C.2.3 Resultados: Tempos Médios dos Servidores	194

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1	Arquitetura de gerência distribuída.....	9
Figura 2.2	Arquitetura genérica de gerência.....	10
Figura 2.3	Estrutura hierárquica de uma MIB.....	12
Figura 2.4	Estrutura de uma MIB privada.....	13
Figura 2.5	Estrutura de uma MIB experimental.....	14
Figura 2.6	Arquitetura de gerência SNMP.....	22
Figura 2.7	Estrutura das mensagens SNMPv1.....	24
Figura 2.8	Troca de mensagens no SNMPv1.....	25
Figura 2.9	Estrutura das mensagens SNMPv2.....	26
Figura 2.10	Troca de mensagens no SNMPv2.....	26
Figura 2.11	Relacionamento das PDUs nas diferentes versões SNMP.....	28
Figura 2.12	Estrutura de redes com gerenciamento padrão RMON.....	29
Figura 2.13	Estrutura de uma MIB RMON.....	34
Figura 2.14	Estrutura típica de uma rede com gerenciamento baseado em sniffers.....	35
Figura 3.1	Cenário do gerenciamento em ambiente corporativo.....	40
Figura 4.1	Modelo de um sistema de comunicação genérico.....	55
Figura 4.2	Metodologia para gerência pró-ativa de desempenho.....	57
Figura 4.3	Diagrama de fluxo da Fase Zero.....	59
Figura 4.4	Diagrama de fluxo da Fase Um.....	59
Figura 4.5	Diagrama de fluxo da Fase Dois.....	61
Figura 4.6	Diagrama de fluxo da Fase Três.....	62
Figura 5.1	Rede corporativa do INATEL.....	75
Figura 5.2	Distribuições de Freq. e Freq. Relativa - período de coleta: 5 minutos.....	78
Figura 5.3	Distribuições de Freq. e Freq. Relativa - período de coleta: 30 minutos.....	78
Figura 5.4	Freq. Cumulativa e Freq. Cum. Relativa - período de coleta: 5 minutos.....	79
Figura 5.5	Freq. Cumulativa e Freq. Cum. Relativa - período de coleta: 30 minutos.....	79
Figura 5.6	Resultado fornecido pelo arquivo de log do MRTG.....	80
Figura 5.7	Resultado fornecido pelo MRTG diretamente via WEB.....	81
Figura 5.8	Tratamento inicial dos dados.....	82
Figura 5.9	Planilha resultante da eliminação dos dados espúrios.....	84
Figura 5.10	Planilha resultante após tratamento estatístico dos dados.....	85
Figura 5.11	Utilização do enlace INATEL/Impsat em 25/06/2003.....	86
Figura 5.12	Estatísticas da utilização do enlace INATEL/Impsat em 25/06/2003.....	86
Figura 5.13	Estatísticas da utilização do enlace INATEL/Impsat - 02/06 a 29/06.....	88
Figura 5.14	Estatísticas da utilização do enlace MDF/Servinatel2 - 02/06 a 29/06.....	88
Figura 5.15	Utilização do enlace INATEL/Impsat - 02/06 a 29/06 - Entrada.....	89
Figura 5.16	Utilização do enlace INATEL/Impsat - 02/06 a 29/06 - Saída.....	89
Figura 5.17	Utilização do enlace MDF/Servinatel2 - 02/06 a 29/06 - Entrada.....	90
Figura 5.18	Utilização do enlace MDF/Servinatel2 - 02/06 a 29/06 - Saída.....	90
Figura 5.19	Classificação do tráfego IP/enlace INATEL-Impsat/sentido Entrada.....	94
Figura 5.20	Tamanho médio de pacotes/enlace INATEL-Impsat/sentido Entrada.....	95
Figura 5.21	Distribuição de protocolos/enlace INATEL-Impsat/sentido Entrada.....	95
Figura 5.22	Classificação de sites acessados - Rede INATEL - 26/07 a 01/08.....	96
Figura 5.23	Classificação de sites acessados - Rede INATEL - utilização (Kbytes/s).....	97
Figura 5.24	Classificação de sites - Rede INATEL - utilização (%).....	97
Figura 5.25	Grupos de sites acessados - Rede INATEL - 26/07/03 a 01/08/03.....	98
Figura 5.26	Utilização por grupos sites - Rede INATEL - em Kbytes.....	99
Figura 5.27	Utilização por grupos de sites - Rede INATEL - em %.....	99
Figura 5.28	Modelo inicial para a rede corporativa do INATEL.....	104
Figura 5.29	Enlace INATEL/Impsat (IN) - Utilização.....	107
Figura 5.30	Tempo de resposta - Servidor HTTP.....	108
Figura 5.31	Enlace IDF/Prédio1-MDF/Prédio1 (Saída) - Throughput.....	109
Figura A.1	Topologia do ambiente de testes - Lab II-1.....	120

Figura A.2	Tela de seleção da interface de captura.....	123
Figura A.3	Controles de captura de pacotes.....	124
Figura A.4	Painel de captura.....	125
Figura A.5	Opções de captura de pacotes.....	127
Figura A.6	Tela de seleção de interface de captura.....	129
Figura A.7	Tela de captura de dados.....	131
Figura A.8	Configuração do buffer.....	131
Figura A.9	Seleção da interface nos módulos do NetBoySuite 2.0	134
Figura A.10	Tela de configuração do processo de captura no PacketBoy.....	135
Figura A.11	Exemplo de gráfico de trafego gerado pelo MRTG.....	136
Figura B.1	Estatísticas da utilização do enlace INATEL/Impsat - 31/03 a 27/04.....	141
Figura B.2	Utilização do enlace INATEL/Impsat - 31/03 a 27/04 - Entrada.....	142
Figura B.3	Utilização do enlace INATEL/Impsat - 31/03 a 27/04 - Saída.....	142
Figura B.4	Estatísticas da utilização do enlace INATEL/Impsat - 28/04 a 01/06.....	143
Figura B.5	Utilização do enlace INATEL/Impsat - 28/04 a 01/06 - Entrada.....	144
Figura B.6	Utilização do enlace INATEL/Impsat - 28/04 a 01/06 - Saída.....	144
Figura B.7	Estatísticas da utilização do enlace INATEL/Impsat - 02/06 a 29/06.....	145
Figura B.8	Utilização do enlace INATEL/Impsat - 02/06 a 29/06 - Entrada.....	146
Figura B.9	Utilização do enlace INATEL/Impsat - 02/06 a 29/06 - Saída.....	146
Figura B.10	Estatísticas da utilização do enlace MDF/Servinatel2 - 31/03 a 27/04.....	147
Figura B.11	Utilização do enlace MDF/Servinatel2 - 31/03 a 27/04 - Entrada.....	148
Figura B.12	Utilização do enlace MDF/Servinatel2 - 31/03 a 27/04 - Saída.....	148
Figura B.13	Estatísticas da utilização do enlace INATEL/Impsat - 28/04 a 01/06.....	149
Figura B.14	Utilização do enlace INATEL/Impsat - 28/04 a 01/06 - Entrada.....	150
Figura B.15	Utilização do enlace INATEL/Impsat - 28/04 a 01/06 - Saída.....	150
Figura B.16	Estatísticas da utilização do enlace MDF/Servinatel2 - 02/06 a 29/06.....	151
Figura B.17	Utilização do enlace MDF/Servinatel2 - 02/06 a 29/06 - Entrada.....	152
Figura B.18	Utilização do enlace MDF/Servinatel2 - 02/06 a 29/06 - Saída.....	152
Figura B.19	Estatísticas da utilização do enlace MDF/IDF-Prédio2 - 31/03 a 27/04.....	153
Figura B.20	Utilização do enlace MDF/IDF-Prédio2 - 31/03 a 27/04 - Entrada.....	154
Figura B.21	Utilização do enlace MDF/IDF-Prédio2 - 31/03 a 27/04 - Saída.....	154
Figura B.22	Estatísticas da utilização do enlace MDF/IDF-Prédio2 - 28/04 a 01/06.....	155
Figura B.23	Utilização do enlace MDF/IDF-Prédio2 - 28/04 a 01/06 - Entrada.....	156
Figura B.24	Utilização do enlace MDF/IDF-Prédio2 - 28/04 a 01/06 - Saída.....	156
Figura B.25	Estatísticas da utilização do enlace MDF/IDF-Prédio2 - 02/06 a 29/06.....	157
Figura B.26	Utilização do enlace MDF/IDF-Prédio2 - 02/06 a 29/06 - Entrada.....	158
Figura B.27	Utilização do enlace MDF/IDF-Prédio2 - 02/06 a 29/06 - Saída.....	158
Figura B.28	Estatísticas da utilização do enlace MDF/IDF-Prédio3 - 31/03 a 27/04.....	159
Figura B.29	Utilização do enlace MDF/IDF-Prédio3 - 31/03 a 27/04 - Entrada.....	160
Figura B.30	Utilização do enlace MDF/IDF-Prédio3 - 31/03 a 27/04 - Saída.....	160
Figura B.31	Estatísticas da utilização do enlace MDF/IDF-Prédio3 - 28/04 a 01/06.....	161
Figura B.32	Utilização do enlace MDF/IDF-Prédio3 - 28/04 a 01/06 - Entrada.....	162
Figura B.33	Utilização do enlace MDF/IDF-Prédio3 - 28/04 a 01/06 - Saída.....	162
Figura B.34	Estatísticas da utilização do enlace MDF/IDF-Prédio3 - 02/06 a 29/06.....	163
Figura B.35	Utilização do enlace MDF/IDF-Prédio3 - 02/06 a 29/06 - Entrada.....	164
Figura B.36	Utilização do enlace MDF/IDF-Prédio3 - 02/06 a 29/06 - Saída.....	164
Figura B.37	Estatísticas da utilização do enlace MDF/IDF-Prédio4 - 31/03 a 27/04.....	165
Figura B.38	Utilização do enlace MDF/IDF-Prédio4 - 31/03 a 27/04 - Entrada.....	166
Figura B.39	Utilização do enlace MDF/IDF-Prédio4 - 31/03 a 27/04 - Saída.....	166
Figura B.40	Estatísticas da utilização do enlace MDF/IDF-Prédio4 - 28/04 a 01/06.....	167
Figura B.41	Utilização do enlace MDF/IDF-Prédio4 - 28/04 a 01/06 - Entrada.....	168
Figura B.42	Utilização do enlace MDF/IDF-Prédio4 - 28/04 a 01/06 - Saída.....	168
Figura B.43	Estatísticas da utilização do enlace MDF/IDF-Prédio4 - 02/06 a 29/06.....	169
Figura B.44	Utilização do enlace MDF/IDF-Prédio4 - 02/06 a 29/06 - Entrada.....	170
Figura B.45	Utilização do enlace MDF/IDF-Prédio4 - 02/06 a 29/06 - Saída.....	170
Figura C.1	Topologia do modelo de simulação - Rede corporativa do INATEL.....	171
Figura C.2	Definição dos três tipos de usuários.....	172
Figura C.3	Tipos de serviços - Usuário Professores.....	172

Figura C.4	Tipos de serviços - Usuário Alunos.....	173
Figura C.5	Tipos de serviços - Usuário Funcionários.....	173
Figura C.6	Tipos de serviços - Usuário Alunos.....	174
Figura C.7	Configuração dos usuários - Prédio 1.....	174
Figura C.8	Configuração dos usuários - Prédio 2.....	175
Figura C.9	Configuração dos usuários - Prédio 3.....	175
Figura C.10	Configuração dos usuários - Prédio 4.....	176
Figura C.11	Atributos do servidor Web Server.....	176
Figura C.12	Atributos do servidor FTP Server.....	177
Figura C.13	Atributos do servidor Email Server.....	177
Figura C.14	Atributos do servidor Database Server.....	177
Figura C.15	Atributos do servidor Servinatel2.....	178
Figura C.16	Cenário Firewall_livre_1M.....	178
Figura C.17	Cenário Firewall_livre_2M.....	179
Figura C.18	Cenário Firewall_block_1M.....	179
Figura C.19	Cenário Firewall_block_1Mv2.....	180
Figura C.20	Cenário Firewall_block_1Mv3.....	180
Figura C.21	Cenário Firewall_ok_2M.....	181
Figura C.22	Enlace Internet→Firewall/Router_INATEL.....	182
Figura C.23	Firewall/Router_INATEL→Enlace Internet.....	182
Figura C.24	MDF/Prédio1←Firewall/Router_INATEL.....	183
Figura C.25	MDF/Prédio1→Firewall/Router_INATEL.....	183
Figura C.26	MDF/Prédio1←Servinatel2.....	184
Figura C.27	MDF/Prédio1→Servinatel2.....	184
Figura C.28	IDF/Prédio1←MDF/Prédio1.....	185
Figura C.29	IDF/Prédio1→MDF/Prédio1.....	185
Figura C.30	IDF/Prédio2←MDF/Prédio1.....	186
Figura C.31	IDF/Prédio2→MDF/Prédio1.....	186
Figura C.32	IDF/Prédio3→MDF/Prédio1.....	187
Figura C.33	IDF/Prédio3←MDF/Prédio1.....	187
Figura C.34	IDF/Prédio4→MDF/Prédio1.....	188
Figura C.35	IDF/Prédio4←MDF/Prédio1.....	188
Figura C.36	IDF/Prédio1→MDF/Prédio1.....	189
Figura C.37	IDF/Prédio1←MDF/Prédio1.....	189
Figura C.38	IDF/Prédio2←MDF/Prédio1.....	190
Figura C.39	IDF/Prédio2→MDF/Prédio1.....	190
Figura C.40	IDF/Prédio3←MDF/Prédio1.....	191
Figura C.41	IDF/Prédio3→MDF/Prédio1.....	191
Figura C.42	IDF/Prédio4←MDF/Prédio1.....	192
Figura C.43	IDF/Prédio4→MDF/Prédio1.....	192
Figura C.44	MDF/Prédio1←Firewall/Router_INATEL.....	193
Figura C.45	MDF/Prédio1→Firewall/Router_INATEL.....	193
Figura C.46	Tempo de resposta - Servidor Database Server.....	194
Figura C.47	Tempo de resposta: Download - Servidor Email.....	194
Figura C.48	Tempo de resposta: Download - Servidor FTP.....	195
Figura C.49	Tempo de resposta: Upload - Servidor FTP.....	195
Figura C.50	Tempo de resposta: Objeto - Servidor HTTP.....	196
Figura C.51	Tempo de resposta: Página - Servidor HTTP.....	196

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1	Áreas funcionais da gerência de redes OSI.....	16
Tabela 4.1	Indicadores básicos de desempenho.	63
Tabela 4.2	Objetos recomendados na Fase Um.	65
Tabela 4.3	Formas de coleta para o indicador Tempo de Resposta.	65
Tabela 4.4	Pontos a serem investigados para indicadores degradados.	67
Tabela 4.5	Ferramentas e/ou variáveis recomendadas para a Fase Dois.	69
Tabela 5.1	Características dos enlaces.	75
Tabela 5.2	Resumo das estatísticas geradas na implementação da Fase 1.	91
Tabela 5.3	Tipos de usuários e tipos de serviços associados.	102
Tabela 5.4	Tipos de serviços disponíveis por servidor.	103
Tabela 5.5	Distribuição dos usuários por segmento da rede.	103
Tabela 5.6	Utilização média - Enlace INATEL-Impsat.	107
Tabela 5.7	Tempo de resposta médio de página - Servidor HTTP.	108
Tabela 5.8	Throughput médio - Enlace IDF/Prédio1-MDF/Prédio1 (Saída).....	110
Tabela A.1	Planilha comparativa dos softwares em análise.	119
Tabela A.2	Configuração mínima do Sniffer Pro.	122
Tabela A.3	Configuração mínima do Ethereal 0.9.4.	125
Tabela A.4	Configuração mínima do Analyzer 2.2.	128
Tabela A.5	Configuração mínima do NetBoy Suite 2.0.	132
Tabela A.6	Configuração mínima do MRTG 2.9.27.	135
Tabela A.7	Análise comparativa dos softwares em análise.	138
Tabela C.1	Características dos enlaces.	171

LISTA DE SIGLAS

ASN.1	Abstract Syntax Notation One
CMIS	Common Management Information Service
CMISE	Common Management Information Service Element
CMIP	Common Management Information Protocol
CMOT	Common Management Information Services and Protocol over TCP/IP
CPU	Central Processor Unit
CSMA/CD	Carrier Sense Multiple Access/Collision Detected
DNS	Domain Name System
FAI	Faculdade de Administração e Informática
FAPEMIG	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais
FINATEL	Fundação Instituto Nacional de Telecomunicações
FTP	File Transfer Protocol
GMT	Greenwich Mean Time
HDSL	High-bit-rate Digital Subscriber Line
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
IDF	Intermediate Distribution Facility
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IETF	Internet Engineering Task Force
INATEL	Instituto Nacional de Telecomunicações
IP	Internet Protocol
ISO	International Organization for Standardization
LAN	Local Area Network
MAC	Media Access Control
Mbps	Mega bits por segundo
MDF	Main Distribution Facility
MIB	Management Information Base
MIPS	Milhões de Informações por Segundo
MRTG	Multi Router Traffic Grapher
OSI	Open Systems Interconnection

PDU	Protocol Data Unit
QoS	Quality of Service
RFC	Request For Comment
RMON	Remote Monitoring
SMI	Structure Management Information
SNMP	Simple Network Management Protocol
TCP	Transmission Control Protocol
TMN	Telecommunications Management Network
UDP	User Datagram Protocol
USM	User-based Security Model
VACM	View-based Access Control Model
VBL	Variable Binding List
WAN	Wide Area Network

RESUMO

A expansão das redes de comunicação de dados tem criado as condições necessárias à integração das informações importantes para as empresas, permitindo agilizar suas transações e favorecendo o crescimento das negociações entre essas empresas. Assim, o dia a dia dessas empresas torna-se, cada vez mais, dependente de suas redes corporativas. Um perfeito gerenciamento e monitoramento deste ambiente tornam-se vital. Faz-se, portanto, necessário a utilização de técnicas e ferramentas de gerência, que empregadas adequadamente, darão suporte não apenas à operacionalidade das redes, mas também a processos de adequação das mesmas.

Diante deste contexto, este trabalho analisa os tópicos principais associados à teoria e prática da Gerência de Redes de Computadores, com um enfoque principal na Gerência de Desempenho. É proposta uma abordagem pragmática para a análise e o gerenciamento de desempenho em redes corporativas, que pressupõe a utilização de um conjunto de ferramentas capazes de possibilitar a monitoração, o controle e o planejamento de capacidade em ambientes de tecnologia da informação.

Para a validação desta metodologia, foi realizado um estudo de caso, tendo como foco a análise de desempenho dos principais segmentos do ambiente de rede corporativa do Instituto Nacional de Telecomunicações - INATEL.

Palavras-chave: Gerência de Redes, Gerência de Desempenho, Padrões de Gerência de Redes e Ferramentas de Gerência de Redes.

ABSTRACT

The expansion of data communications networks has created the necessary conditions to the important information's integration to the companies, allowing speeding up its transactions and making possible the growing negotiation among these companies. Then, the day-by-day of these companies has become more and more dependent on its corporate networks. The perfect management and follow-up of this environment becomes vital. It's necessary the techniques' use and management's tools that used properly, will give support not only to the network's operation, but also to the adequacy's processes of them.

According to this context, this work analyses the main topics associated with the theory and practice of the Computer Networks Management, with the main focus on Performance Management. It's proposed a pragmatics approach to the analysis and the management performance in corporate networks, which imply the use of tools set able to make possible the follow-up, the control, and the capability's plan in information technology's environment.

To become effective this methodology a use case was performed emphasizing the performance analysis of the main environment segments of INATEL-Telecommunications National Institute 's corporate network.

Key words: networks management; performance management; networks management patterns and networks management tools.

1 INTRODUÇÃO

Nos dias atuais, tanto para as pessoas quanto para as corporações, a informação tem se tornado cada vez mais valorizada, sendo de fundamental importância o processo pela qual essa informação possa ser disponibilizada, processada e armazenada.

Verifica-se também que as distâncias têm se tornado cada vez menos relevantes, uma vez que as redes de telecomunicações têm atingido pontos cada vez mais remotos, interligando esses pontos e permitindo que os mesmos possam, de maneira rápida e confiável, realizar a troca de diferentes tipos de informações.

Percebe-se, portanto, um crescimento significativo da importância das redes, não só no dia a dia das pessoas, como, de maneira geral, no mundo dos negócios.

O atual cenário das redes corporativas compreende uma série de unidades, que podem estar dispersas ao longo de uma área geográfica de poucos metros, tais como em um escritório ou um edifício, até centenas ou milhares de metros, englobando cidades ou, até mesmo, países distintos. Tais unidades, cada vez mais, buscam maneiras que permitam a troca de informações e o compartilhamento de recursos.

Isto tem provocado o aumento na complexidade desses ambientes, principalmente devido à integração cada vez maior de diferentes tipos de dados, serviços, recursos e tecnologias. Conseqüentemente, tem crescido a necessidade de um gerenciamento de desempenho eficiente, visando não só garantir a operacionalidade desses diferentes ambientes mas, principalmente, manter seus desempenhos dentro de padrões considerados satisfatórios.

No que se refere à garantia da qualidade de serviço, pode-se analisar as exigências de desempenho junto a esses ambientes considerando-se três diferentes pontos de vista:

A visão do usuário

O usuário faz uso dos serviços oferecidos, sendo a estrutura da rede que provê tais serviços totalmente transparente para ele; ou seja, somente os benefícios são por ele percebidos. Na ótica deste usuário, o principal fator de análise de desempenho é o

tempo de resposta para processamento de suas requisições.

A visão do gerente de rede

O gerente foca sua atenção ao modo de operação da rede, cuja preocupação é saber se os requisitos de qualidade de serviços estão sendo atendidos ou não. Altos tempos de resposta, por exemplo, indicam que algum problema está colocando em risco a boa operação do ambiente, cabendo ao gerente, portanto, tomar as medidas adequadas a fim de reverter esse quadro de risco. Nesta ótica, possíveis quedas de desempenho devem ser sanadas o mais rápido possível, a fim de garantir aos usuários a qualidade de serviço necessária às suas aplicações.

A visão da empresa:

Para a empresa, não importa, necessariamente, qual problema está relacionado com a sua rede corporativa, mas sim, qual o impacto que este acarreta em termos de queda na produtividade e, conseqüentemente, na diminuição de seus lucros. Assim, é imprescindível que sua rede apresente um desempenho tal que a produtividade da empresa se mantenha em níveis satisfatórios, diante da melhor relação custo benefício.

Pode-se notar uma característica comum às três formas de avaliar o ambiente de uma rede corporativa; a preocupação em manter a qualidade dos serviços oferecidos.

Nesse contexto, a gerência de desempenho mostra sua importância, devendo ser utilizada para garantir, de maneira resumida, as seguintes características :

- assegurar o funcionamento do ambiente de rede, através de um conjunto de métodos de monitoração, detecção e prevenção de eventos que possam prejudicar o desempenho desse ambiente;
- manter um bom desempenho para os serviços e aplicações suportados pela infra-estrutura de redes, assegurando um nível mínimo aceitável de qualidade de serviço (QoS);
- reduzir os custos com manutenção, através da utilização de uma metodologia pró-ativa de gerenciamento.

No dia a dia das corporações, é fato que a gerência de desempenho recebe, na grande maioria dos casos, uma atenção muito abaixo do que realmente deveria

receber por parte dos administradores de rede. Isso se justifica, ora pelo despreparo do administrador em relação aos conceitos envolvidos, ora pela suposição de aumento de trabalho associado à sua implementação.

Um outro fato que se nota, referente à gerência de desempenho e planejamento de capacidade, diz respeito às ferramentas disponibilizadas no mercado. Existe uma quantidade grande de ferramentas, oferecendo, cada uma delas, opções das mais variadas possíveis, nem sempre adequadas por completo às reais necessidades do administrador da rede.

Assim, este trabalho propõe uma abordagem pragmática para a Análise de Desempenho e Planejamento de Capacidade em ambientes corporativos, tendo como objetivo mostrar a importância da implementação de uma gerência pró-ativa nos ambientes computacionais, além de indicar os passos principais a serem tomados pelo administrador na sua implementação.

Ainda, são apresentados alguns dos principais padrões de gerência utilizados em redes de computadores, levantando suas características mais marcantes, o que permitirá ao administrador, no caso da necessidade de uma escolha, optar por um ou outro padrão de gerência.

Para a implementação de cada uma das fases da metodologia proposta, foram utilizadas as seguintes ferramentas: MRTG, na fase do monitoramento pró-ativo (Fase Um); Ntop, na fase do monitoramento investigativo (Fase Dois); e Opnet, na fase do planejamento de capacidade (Fase Três). Além desses, as principais funcionalidades de outras ferramentas de gerência de redes também são apresentadas (Anexo A), possibilitando ao leitor, uma comparação e possível escolha, se necessário, daquela que melhor atenda suas reais necessidades.

Espera-se, portanto, contribuir de maneira significativa para a tomada de consciência, por parte dos administradores de redes de computadores, da necessidade cada vez mais evidente em implementar uma metodologia de gerência pró-ativa nos ambientes computacionais, indicando, através da metodologia proposta, os passos a serem seguidos nessa implementação.

A fim de proporcionar uma melhor compreensão dessa dissertação, a mesma encontra-se dividida em seis capítulos, com a seguinte organização:

- Capítulo 1 – Introdução

Neste capítulo mostra-se, de maneira resumida, o cenário atual das redes corporativas e a necessidade da prática de gerência nessas redes, além da apresentação da proposta da metodologia.

- Capítulo 2 – Gerência de Redes

Neste capítulo apresentam-se os conceitos fundamentais da Gerência de Redes, caracterizando seus objetivos, arquiteturas, padrões e ferramentas.

- Capítulo 3 – Gerência de Desempenho

Procura-se mostrar aqui, de forma mais detalhada, os conceitos associados à Gerência de Desempenho, descrevendo seus principais aspectos relacionados com a gerência de desempenho em ambientes corporativos.

- Capítulo 4 – Metodologia Pragmática para Gerência de Desempenho em Redes de Computadores

Neste capítulo, que é o foco do trabalho, é apresentada uma proposta de metodologia para gerência pró-ativa de redes de computadores. Tomando como referência os trabalhos de Monteiro [17] e Carvalho [2], essa proposta visa combinar características de ambos os trabalhos, além de complementá-los com o detalhamento de cada um dos passos a serem tomados em cada uma das fases. Essa metodologia, portanto, sistematiza as atividades de gerência, tanto na fase de Análise de Desempenho quanto na fase de Planejamento de Capacidade, permitindo ao administrador identificar, analisar e solucionar, de maneira pró-ativa, os principais possíveis problemas relacionados ao desempenho do sistema.

- Capítulo 5 – Estudo de Caso

Com o intuito de ilustrar e validar a metodologia proposta, um estudo de caso é apresentado. Neste estudo, foi utilizado como ambiente de teste a rede corporativa do INATEL, permitindo a implementação de cada uma das fases da metodologia proposta.

- Capítulo 6 - Conclusões

Neste capítulo apresentam-se as principais conclusões do trabalho, além de sugestões de continuidade do mesmo.

Informações complementares ao trabalho, consideradas não essenciais para a compreensão do mesmo, estão apresentadas nos seguintes anexos:

- Anexo A – Análise e Aplicação de Ferramentas de Gerência;
- Anexo B – Dados e Estatísticas: Fase Um da Metodologia;
- Anexo C – Resultados Opnet: Fase Três da Metodologia;

2 GERÊNCIA DE REDES

Inicialmente, as redes foram concebidas como um meio que permitisse o compartilhamento de dispositivos periféricos tais como impressoras, leitoras de fitas, dispositivos de armazenamento, etc. Entretanto, à medida que essas redes cresceram, e se tornaram cada vez mais integradas às atividades das organizações, o compartilhamento de dispositivos tomou um aspecto secundário em comparação às inúmeras outras vantagens oferecidas. As redes passaram, então, a fazer parte do cotidiano dos usuários, como uma ferramenta que oferece recursos e serviços com o intuito de simplificar o trabalho desses usuários, possibilitando um aumento de produtividade.

As informações que circulam nesse ambiente devem ser transportadas de modo rápido e confiável. Assim, é importante que esses dados e os dispositivos desse ambiente sejam monitorados, para que possíveis problemas que porventura possam ocorrer sejam resolvidos, na medida do possível, num tempo mínimo adequado.

Considerando este quadro, torna-se cada vez mais necessária uma gerência eficiente do ambiente de rede de computadores a fim de manter a operacionalidade desta, garantindo sua qualidade de serviço (QoS – *Quality of Service*). Este ambiente, cada vez mais complexo, e os problemas associados, somente poderão ser gerenciados eficientemente se uma estrutura bem definida for seguida.

Sabe-se que as ferramentas para gerência de redes, em sua grande maioria, não abrangem toda a gama de problemas possíveis nesse ambiente, e que estas nem sempre são usadas pelas organizações. Assim, um ambiente de rede onde não se encontram implementados mecanismos de gerência, pode apresentar diversos problemas como congestionamento do tráfego, recursos mal utilizados, recursos sobrecarregados, problemas com segurança, entre outros.

A gerência de redes, portanto, está associada ao controle das atividades e ao monitoramento do uso dos recursos no ambiente da rede. As tarefas básicas dessa gerência, resumidamente, são obter informações da rede, tratar estas informações, possibilitando diagnosticar possíveis problemas, e encaminhar as soluções desses problemas. Para cumprir estes objetivos, funções de gerência devem ser embutidas

nos diversos componentes da rede, possibilitando detectar, prever e reagir aos problemas que por ventura possam ocorrer.

2.1 Objetivos da Gerência de Redes

A cada momento, uma nova perspectiva de utilização das redes de computadores desafia os responsáveis por suas implementações e funcionalidades. Novos serviços são oferecidos e diferentes requisitos de utilização e QoS são confrontados, tornando esse ambiente cada vez mais heterogêneo e complexo, surgindo problemas até então inéditos para os gerentes desses ambientes. Com isso, para um melhor entendimento da importância da gerência de redes, são apresentados a seguir os objetivos funcionais da mesma [5].

2.1.1 Assegurar o Funcionamento

A rede deve estar sempre funcionando. Porém, estar funcionando não significa estar oferecendo serviços adequados às necessidades da corporação. Pode ser que, para determinadas aplicações, o funcionamento da rede não atenda a uma qualidade de serviço necessária, podendo ainda, num caso extremo, ocorrer uma completa paralisação da rede.

Aí está a importância da gerência de redes, que com o uso de ferramentas adequadas deverá coletar e analisar as informações relacionadas ao funcionamento da rede, permitindo ao administrador tomar as medidas necessárias para garantir esse funcionamento.

2.1.2 Assegurar Bom Desempenho

A garantia do desempenho é imprescindível num ambiente em rede, não bastando, apenas, que a rede esteja funcionando. Um nível mínimo e aceitável de qualidade de serviço deve ser garantido.

Através do monitoramento e identificação de possíveis problemas, bem como a tomada de ações em tempo mínimo para a correção destes, a gerência de redes visa estabelecer e controlar esse nível de desempenho.

2.1.3 Reduzir os Custos de Manutenção

A fatia maior dos custos não se concentra na compra e instalação dos equipamentos da rede, mas sim na manutenção e gerenciamento da mesma. Os gastos se acentuam ainda mais quando ocorre uma prática de gerência reativa, infelizmente desempenhada por grande parte dos administradores de redes. A fim de minimizar os custos da corporação, devido a um possível problema ocorrido na rede, o correto é a adoção de uma prática de gerência pró-ativa, que consiste em detectar e se prevenir à possíveis problemas na rede antes mesmo que estes ocorram.

2.2 Distribuição dos Gerentes na Rede

Em cada rede a ser gerenciada deve haver no mínimo uma estação que atuará como gerente, sendo a responsável pelo controle e monitoramento dos dispositivos gerenciáveis, denominados agentes. O agente, na verdade, é um *software* existente nos dispositivos gerenciáveis da rede e têm como tarefa o monitoramento e controle do ambiente do equipamento ao qual está instalado. Os dispositivos de rede que podem hospedar um agente são *hubs*, *switchs*, roteadores e as próprias estações de trabalho.

Os gerentes e os agentes atuam mutuamente na rede, onde os gerentes realizam requisições aos agentes e estes respondem a estas solicitações com as informações requisitadas.

Quanto à distribuição dos gerentes dentro do ambiente a ser gerenciado, pode-se classificar o gerenciamento de redes em duas categorias: a gerência centralizada, onde todo o controle do gerenciamento é realizado por uma única estação, sendo indicada para redes que ocupam uma área geográfica não muito extensa (LANs preferencialmente), e a gerência distribuída, onde o controle do gerenciamento é realizado por diversas estações espalhadas pela rede, sendo mais indicada para redes de grande abrangência (WANs).

Na gerência centralizada, uma única estação (gerente) é responsável por todo o controle do gerenciamento, enviando requisições aos dispositivos gerenciáveis da rede (agentes) que irão responder a essas solicitações, provocando assim, um tráfego extra de gerência nos diversos enlaces dessa rede.

Na gerência distribuída, todo o controle é feito de forma descentralizada, em cada domínio de gerência, que são regiões de rede bem definidas, controladas por um gerente. O gerente de cada domínio é responsável pelas informações e tomadas de decisão dentro de seu domínio. Informações que são importantes e pertinentes ao ambiente global da rede são repassadas para o gerente dos gerentes, seguindo uma hierarquia entre esses vários domínios. A Figura 2.1 mostra um ambiente onde é aplicada a gerência distribuída.

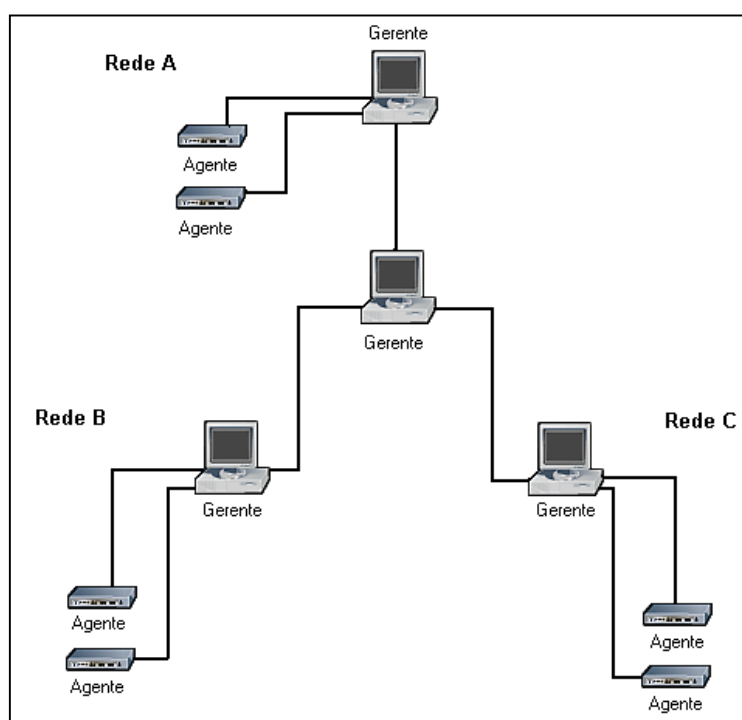


Figura 2.1 - Arquitetura de gerência distribuída.

2.3 Arquitetura Genérica de Gerência

A necessidade de uma arquitetura de gerenciamento capaz de atender à enorme diversidade de elementos gerenciáveis existentes em uma rede e que tivesse características de integração, simplicidade, segurança e flexibilidade fez com que a ISO apresentasse, em 1989, um esquema básico da Arquitetura de Gerenciamento de Rede OSI (documento ISO 7498-4), em adição ao Modelo de Referência OSI[17].

Assim, foi idealizada uma arquitetura genérica de gerência de redes sendo esta constituída de seis entidades principais: Objeto Gerenciável, Processo Gerente, Processo Agente, Base de Informações de Gerência, Primitivas de Gerência e

Protocolo de Gerência (documento ISO 10040) [17], cujo relacionamento entre essas entidades é mostrado na Figura 2.2 [4]. A definição de cada uma dessas entidades é feita a seguir.

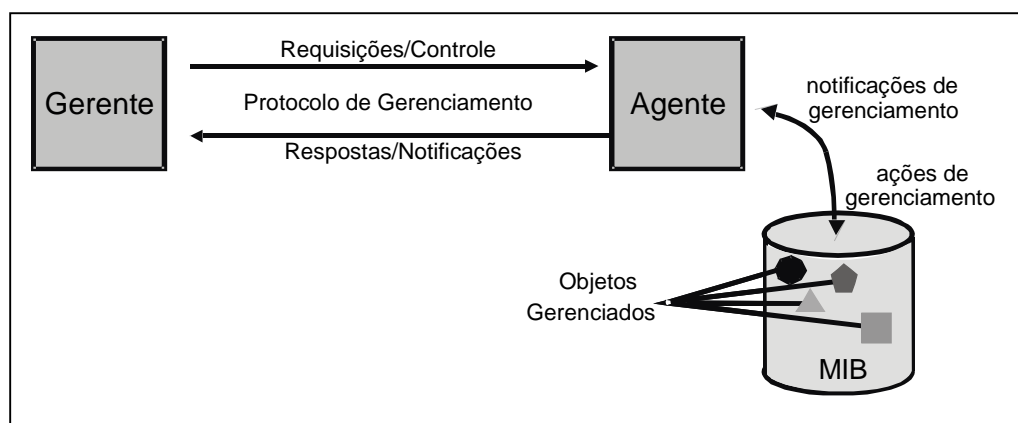


Figura 2.2 - Arquitetura genérica de gerência.

2.3.1 Dispositivos Gerenciáveis

Qualquer dispositivo de rede que tenha a capacidade de computar, armazenar e disponibilizar informações relevantes à gerência de rede é denominado dispositivo gerenciável. Por exemplo, um *switch* calculando o tráfego em cada uma de suas portas em um dado intervalo de tempo, ou um roteador verificando o percentual de pacotes de cada protocolo processados por ele numa dada interface.

As informações de gerência presentes nos dispositivos gerenciáveis são denominadas objetos gerenciáveis, estando as informações relacionadas a estes objetos armazenadas em uma base de dados denominada MIB (*Management Information Base*).

2.3.2 Processo Gerente

O processo gerente, que normalmente é realizado por um software presente numa determinada estação, denominada estação gerente, possibilita a obtenção e o envio de informações de gerenciamento junto aos dispositivos gerenciados. Um único processo gerente pode estar controlando vários processos agentes, que por sua vez podem controlar, cada um, diversos objetos gerenciáveis em um ou mais dispositivos gerenciáveis.

As informações de gerenciamento podem ser obtidas através de requisições disparadas pelo gerente ao agente, como também, mediante envio automático realizado pelo agente a um determinado gerente.

2.3.3 Processo Agente

O processo agente compreende um software presente junto aos dispositivos gerenciados. Sua função principal é o atendimento das requisições e o envio automático de informações de gerenciamento ao processo gerente, indicando a ocorrência de um evento previamente programado.

2.3.4 Base de Informação de Gerência

A estrutura de informação de gerenciamento (*SMI - Structure Management Information*) proposta pela ISO define a estrutura da informação de gerenciamento a ser armazenada em uma base de dados, as operações que podem ser efetuadas sobre estas informações e as notificações que podem ser emitidas em decorrência dessas operações. Na definição dessa estrutura, a ISO utilizou uma abordagem orientada a objetos, caracterizando os recursos do sistema como objetos gerenciados definidos através de seus atributos, das operações a que podem ser submetidos e das notificações que podem ser emitidas.

O conjunto de objetos gerenciados com seus respectivos dados dentro de um sistema aberto define a Base de Informações de Gerenciamento, denominada MIB.

Na definição desses objetos gerenciáveis é utilizada a linguagem de definição de objetos ASN.1 (*Abstract Syntax Notation One*), que possibilita definir a estrutura desses dados sem a necessidade de se considerar a estrutura e as restrições do dispositivo de rede no qual esta será implementada.

Os dados dos objetos e seu padrão de organização devem ser amplamente conhecidos por agentes e gerentes, permitindo a troca de informações entre eles. O estabelecimento de um padrão para a MIB garante a proteção contra erros de interpretação ou falta de compatibilidade entre os dados trocados.

O processo gerente deve conhecer toda MIB de sua rede para poder controlar e interagir com todos os agentes presentes. Um processo agente, por sua vez, pode se

limitar a conhecer apenas a fração da MIB que comporte os objetos gerenciáveis que ele controla.

Os objetos gerenciáveis de uma MIB se relacionam através de uma estrutura hierárquica em árvore, como mostra a Figura 2.3.

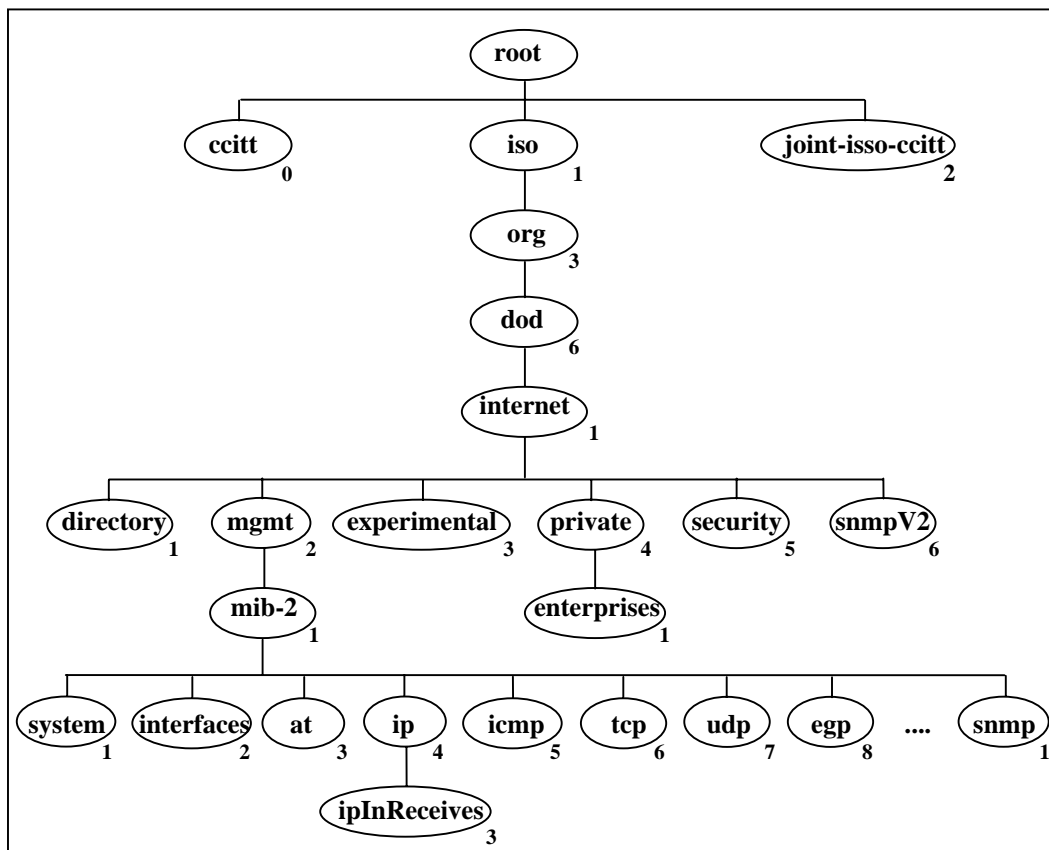


Figura 2.3 - Estrutura hierárquica de uma MIB.

O nome de um objeto, nessa hierarquia, será dado pela sequência de rótulos numéricos dos nós, ao longo de um caminho, da raiz até esse objeto. Por exemplo, o nome 1.3.6.1.2.1.4.3 identifica o objeto *ipInReceives*, que no modo textual é identificado por *iso.org.dod.internet.mgmt.mib.ip.ipInReceives*.

Basicamente, são definidos quatro tipos de MIBs: MIB I (RFC 1066), MIB II (RFC 1213), MIB experimental (RFC 1239) e MIB privada.

As MIBs do tipo I e II fornecem informações gerais de gerenciamento sobre um determinado equipamento gerenciado, sem levar em conta as características específicas deste equipamento, sendo a MIB II considerada uma evolução da MIB I. Através dessas MIBs é possível obter informações como tipo e status de uma

interface, número de pacotes transmitidos, número de pacotes com erros, informações sobre protocolo de transmissões, etc;

As MIBs experimentais são aquelas que estão em fase de testes, com a perspectiva de serem adicionadas ao padrão e que, em geral, fornecem características mais específicas sobre a tecnologia dos meios de transmissão e equipamentos empregados;

As MIBs privadas, também denominadas MIBs proprietárias, fornecem informações específicas dos equipamentos gerenciados, possibilitando que detalhes peculiares a um determinado equipamento possam ser obtidos.

As Figuras 2.4 e 2.5 ilustram as estruturas das MIBs privada e experimental.

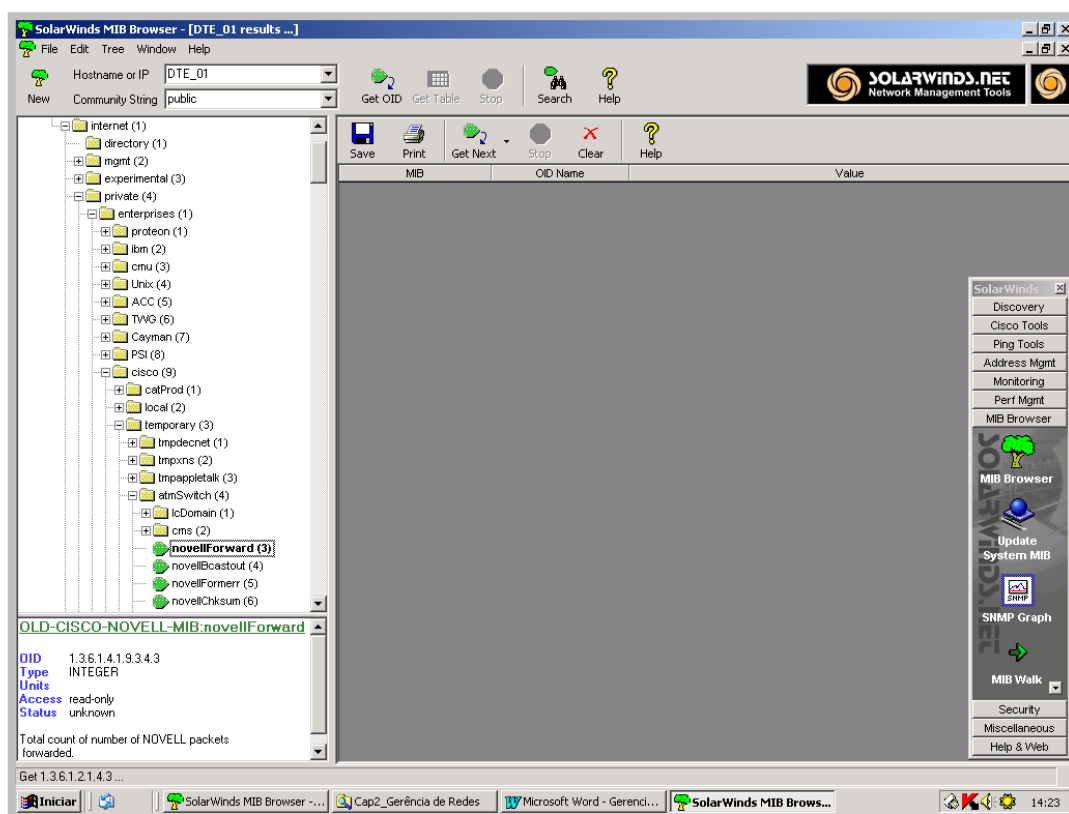


Figura 2.4 - Estrutura de uma MIB privada.

SolarWinds MIB Browser - [DTE_01 results ...]

File Edit Tree Window Help

Hostname or IP: DTE_01
 New Community String: public

Get OID Get Table Stop Search Help

Save Print Get Next Stop Clear Help

MIB	OID Name	Va...
LanMgr-Mib-II-MIB	comVersionMaj.0	5

SNMPv2-SMI:experimental

OID: 1.3.6.1.3
 Type:
 Units:
 Access: unknown
 Status: unknown

Get next OID from 1.3.6.1.3.79.2.1.1.13 ...

Figura 2.5 - Estrutura de uma MIB experimental.

2.3.5 Primitivas de Gerência

Primitivas de gerência são funções padronizadas utilizadas pelos gerentes e agentes de uma rede com o intuito de promover a troca de informações de gerência, sendo típicas em qualquer padrão ou sistema de gerência as seguintes primitivas:

- *GET* – usado pelo gerente para requisitar uma informação de gerência ao agente.
- *SET* – usado pelo gerente para requisitar ao agente a alteração do valor de um objeto gerenciável.
- *RESPONSE* – usado pelo agente para responder a uma requisição de informação feita pelo gerente.
- *REPORT_EVENT* – usado pelo agente para reportar ao gerente a ocorrência de um evento pré-determinado.

2.3.6 Protocolo de Gerência

O protocolo de gerência é responsável por encapsular primitivas de gerência e seus respectivos parâmetros, gerando PDUs (*Protocol Data Unit*) padronizadas, garantindo assim uma perfeita comunicação entre agente e gerente. É importante observar que o protocolo de gerência em si não gerencia a rede, mas sim, permite aos agentes e gerente a troca de informações que possibilitarão essa gerência.

2.4 Áreas Funcionais da Gerência

De acordo com a ISO (documento ISO 7498-4), a gerência de redes pode ser classificada em cinco áreas funcionais: Gerência de Falhas, Gerência de Contas, Gerência de Configuração, Gerência de Desempenho e Gerência de Segurança. Embora essa classificação tenha sido desenvolvida para o ambiente OSI (Modelo OSI), houve uma grande aceitação desta por parte dos fabricantes de *hardware* e *software* de rede, tanto em tecnologias padronizadas como proprietárias.

Cada área funcional define um domínio de atuação segundo suas respectivas necessidades. Dependendo da rede a ser gerenciada, uma área específica pode ser mais ou menos enfatizada. A Tabela 2.1 apresenta de forma resumida as funcionalidades de cada área [26].

Tabela 2.1 - Áreas funcionais da gerência de redes OSI.

Gerência de Falhas Implementa facilidades para detecção, isolamento e correção de operações anormais no funcionamento dos recursos de rede.
Gerência de Contas Implementa facilidades para alocação dos recursos de rede e definição de métricas para uso dos mesmos.
Gerência de Configuração Implementa facilidades para o trabalho de atualização ou modificação dos recursos de rede.
Gerência de Desempenho Implementa facilidades para avaliação e análise de desempenho dos recursos de rede.
Gerência de Segurança Implementa facilidades para proteger a operação dos recursos de rede.

2.4.1 Gerenciamento de Falhas

Em um ambiente computacional, pode-se definir as falhas como sendo eventos anormais que afetam o funcionamento da rede, podendo ser percebidas por um número excessivo de erros ou pela má operação da rede ou parte desta. Uma vez percebida a falha, o gerente da rede deve tomar as seguintes providências:

- Localizar o dispositivo que está causando essa falha;
- Isolar esse dispositivo do resto da rede, de forma que a mesma não seja prejudicada.
- Modificar ou reconfigurar a rede, ou parte dela, para que os serviços oferecidos pela rede não sofram maiores impactos em função da ausência deste dispositivo;
- Verificar a possibilidade do conserto do dispositivo que provocou a falha, caso contrário, fazer a substituição de tal dispositivo, a fim de que o funcionamento da rede seja restabelecido a seu estado anterior à falha.

A gerência de falhas tem, portanto, três grandes responsabilidades: o monitoramento dos estados dos recursos da rede, a manutenção de cada um dos objetos gerenciados, e as decisões que devem ser tomadas para restabelecer as unidades do sistema que possam apresentar problemas. O ideal é que as falhas que possam vir a ocorrer sejam detectadas antes que os efeitos significativos decorrentes destas falhas sejam percebidos.

2.4.2 Gerenciamento de Contabilidade

O gerenciamento de contabilidade provê meios para se medir e coletar informações a respeito da utilização dos recursos e serviços de uma rede, possibilitando conhecer a taxa de uso destes recursos e assim garantir que os dados estejam sempre disponíveis quando forem necessários. Dentre as várias funções da gerência de contabilidade, pode-se destacar:

- Controle e contabilização do uso dos recursos de rede;
- Identificação dos usuários ou grupos de usuários que venham a usar indevidamente recursos da rede, prejudicando o desempenho da mesma;
- Conhecer com detalhes as atividades desempenhadas pelos usuários ou grupos de usuários da rede, possibilitando ao gerente possuir informações suficientes para auxiliá-lo no planejamento do crescimento de capacidade da rede.

2.4.3 Gerenciamento de Configuração

O objetivo do gerenciamento de configuração é permitir a preparação, inicialização, operação contínua e posterior suspensão dos serviços de interconexão entre os sistemas abertos, tendo então, a função de manutenção e monitoração da estrutura física e lógica de uma rede.

A gerência de configuração corresponde a um conjunto de facilidades que permitem controlar os objetos gerenciados, identificá-los, coletar e disponibilizar dados sobre estes objetos para as seguintes funções:

- Atribuição de valores iniciais aos parâmetros de um sistema aberto;
- Início e encerramento das operações sobre objetos gerenciados;
- Alteração da configuração do sistema aberto;
- Associação de nomes a conjuntos de objetos gerenciados.

2.4.4 Gerenciamento de Segurança

O gerenciamento de segurança fornece subsídios à aplicação de políticas de segurança, que são os aspectos essenciais para que uma rede seja operada corretamente protegendo seus objetos gerenciados e seu sistema contra acessos

indevidos. Deve providenciar um alarme ao gerente da rede sempre que se detectarem eventos relativos à segurança do sistema.

Assim, a gerência de segurança trata as informações de proteção e controle de acesso às redes, e conseqüentemente, às informações destas, tendo por responsabilidades as seguintes funções:

- Geração, distribuição e armazenamento das chaves de codificação (criptografia);
- Manutenção e distribuição de senhas, autorizações e informações de controle de acesso;
- Monitoração e controle de acesso às informações de gerência da rede.

2.4.5 Gerenciamento de Desempenho

A gerência de desempenho possibilita ao gerente da rede obter informações que permitem avaliar o comportamento dos recursos da rede e verificar através de determinados parâmetros, tais como atraso, vazão, disponibilidade, número de retransmissões, utilização de cpu, entre outros, se a mesma se encontra operando de maneira adequada.

As redes de computadores hoje são constituídas de uma variedade de dispositivos, de diferentes padrões, implementando diferentes protocolos, oferecendo diferentes níveis de serviço, e que devem se intercomunicar e compartilhar dados e recursos. Na maioria dos casos, a eficiência da aplicação que faz uso desses recursos está altamente relacionada ao bom desempenho da rede.

O gerenciamento de desempenho, portanto, é importante não só para garantir a qualidade de serviço necessária às aplicações, como também para assegurar que esta possa ser atingida com os menores custos. Pode-se por meio do gerenciamento de desempenho adequar os meios de comunicação utilizados pelos usuários às suas reais necessidades, auxiliando o gerente da rede a antecipar-se aos usuários na manutenção dos níveis de desempenho dos serviços oferecidos.

Dentre as atividades mais importantes da gerência de desempenho de redes, pode-se citar: [26] [17][5]

- Monitoramento do desempenho;
- Caracterização de carga de trabalho (*workload*);

- Ajuste de parâmetros do sistema;
- Identificação de gargalos;
- Comparação de desempenho entre sistemas alternativos;
- Dimensionamento de componentes do sistema;
- Previsão de crescimento.

2.5 Padrões de Gerência

Com a evolução das redes de computadores, e conseqüentemente o aumento de sua importância para as corporações, fez-se necessário definir critérios que possibilitassem gerenciar de maneira eficiente essas redes. Devido a grande diversidade de equipamentos e protocolos, fortemente dependentes de seus fabricantes e desenvolvedores, uma variedade de *frameworks* de gerência se tornava necessário, ficando cada vez mais evidente a necessidade de se estabelecer padrões de gerência que permitissem uma maior interoperabilidade entre um maior número de dispositivos.

Esses padrões de gerência começaram a amadurecer no final da década de 80 [13] e, dentre os mais difundidos, pode-se destacar o CMISE/CMIP (*Common Management Information Service Element / Common Management Information Protocol*), o RMON (*Remote Monitoring*), o SNMP (*Simple Network Management Protocol*) e o TMN (*Telecommunications Management Network*),

Apesar dos vários padrões de gerência existentes, a técnica de *Sniffing* também se tornou bastante útil nas atividades de gerência. Com o uso de *Sniffers* no monitoramento de redes, pôde-se suprir as faltas que alguns dos padrões apresentam quando se trata da obtenção de informações ligadas às camadas mais altas do Modelo OSI, informações essas relacionadas às aplicações e recursos da rede.

A seguir são mostradas as características principais de alguns desses padrões de gerência.

2.5.1 CMISE/CMIP - Modelo de Gerência OSI [1][5]

O CMISE - *Common Management Information Service Element* (documento ISO 9595) e o CMIP - *Common Management Information Protocol* (documento ISO 9596) formam os dois grandes pilares do Modelo de Gerência OSI, cuja função

principal é a troca de informações entre duas entidades (agente e gerente) por meio de um protocolo.

No CMISE estão definidas as operações e os serviços, e seus respectivos parâmetros, para um processo gerente, enquanto o CMIP define as regras e os mecanismos de troca de informações entre o gerente e o agente.

O CMISE é especificado em duas partes:

- A interface com o usuário: especificando os serviços providos. Este é o Serviço de Informações de Gerenciamento Comum (CMIS);
- O protocolo: especificando o formato da PDU (unidade de dados do protocolo) e os procedimentos associados. Este é o Protocolo de Informação de Gerenciamento Comum (CMIP).

O CMIS define os serviços providos para o sistema de gerenciamento OSI. Estes serviços são invocados pelos processos de gerenciamento para comunicação remota, sendo especificados em termos de primitivas de serviço, sendo sete as primitivas de serviços definidas no CMIS:

- *M-EVENT-REPORT*: usado para reportar uma notificação para o gerente indicando que já existe uma notificação que foi requisitada;
- *M-GET*: usada pelo gerente para recuperar informações de gerenciamento de um agente;
- *M-SET*: usada pelo gerente para modificar informações de gerenciamento dentro do agente;
- *M-ACTION*: usada para invocar uma ação pré-definida de uma procedure específica como parte de um objeto do gerente. A requisição especifica o tipo de ação e os parâmetros de entrada;
- *M-CREATE*: usado para criar uma nova instância de uma classe de objeto;
- *M-DELETE*: usado para deletar um ou mais objetos;
- *M-CANCEL-GET*: usado para terminar uma operação GET muito longa.

Enquanto o CMIS define os serviços para operações de gerenciamento, o CMIP define os procedimentos para a transmissão de informações de gerenciamento e a sintaxe para esses serviços. Assim, O CMIP é definido em termos de PDUs, que são trocadas entre CMISEs, permitindo os serviços CMIS.

2.5.2 SNMP - Simple Network Management Protocol

O SNMP surgiu como um protocolo auxiliar a ser usado durante a especificação e padronização do CMOT - *Common Management Information Services and Protocol over TCP/IP* (RFC 1095), cuja função era adaptar o padrão CMISE (Modelo OSI) ao padrão TCP/IP (Internet). Com a sua utilização, novas funções foram sendo implementadas, fazendo com que o SNMP se tornasse cada vez mais adaptado às realidades das redes TCP/IP. Devido à dificuldade dos órgãos de padronização em acompanhar tal velocidade de mudanças, o CMOT acabou sendo abandonado e o SNMP se tornou um padrão de fato, especificado inicialmente na RFC 1067 (agosto/1988), evoluindo depois para as versões SNMPv1 (RFC 1157), SNMPv2 (RFC 1901) até chegar ao SNMPv3 (RFC 2571).

Sendo um protocolo de camada de aplicação, o SNMP tem como função básica facilitar a troca de informações de gerenciamento entre os dispositivos de rede sendo, atualmente, o protocolo mais utilizado no gerenciamento das redes TCP/IP. Ele faz uso dos serviços do protocolo de transporte UDP (*User Datagram Protocol*), pois este possui uma PDU mais simples, se comparado ao TCP (*Transmission Control Protocol*).

O modelo de gerência SNMP tem como base o modelo de gerência OSI, e procura dentro de um mesmo domínio ou conjunto de domínios gerenciar os elementos de rede, produzindo informações relevantes sobre o *status* dos elementos ativos da rede e estatísticas importantes para o funcionamento da mesma, como utilização, taxa de erros, vazão, nível de colisão, etc. São definidos quatro componentes básicos: os nós gerenciados (agentes), as estações de gerenciamento (gerentes), as informações de gerenciamento (MIBs) e o protocolo de gerenciamento (SNMP), como mostra a Figura 2.6.

O padrão de gerência SNMP pode ainda ser dividido em três partes:

- O protocolo (SNMP): que define as mensagens que podem ser trocadas entre agentes e gerentes, o formato dessas mensagens e os procedimentos a serem usados para essa troca.
- A estrutura das informações de gerência (SMI): regras que especificam o formato para a definição dos objetos a serem gerenciados pelo SNMP, os

tipos básicos desses objetos e a forma de identificação e agrupamento das informações.

- A base das informações de gerência (MIB): um mapa descrevendo a ordem hierárquica de todos os objetos gerenciados e como eles serão acessados. A MIB funciona como um banco de dados lógico, guardando todas as informações que os agentes podem repassar aos gerentes, ou seja, define todos os objetos gerenciáveis (variáveis) pelo SNMP.

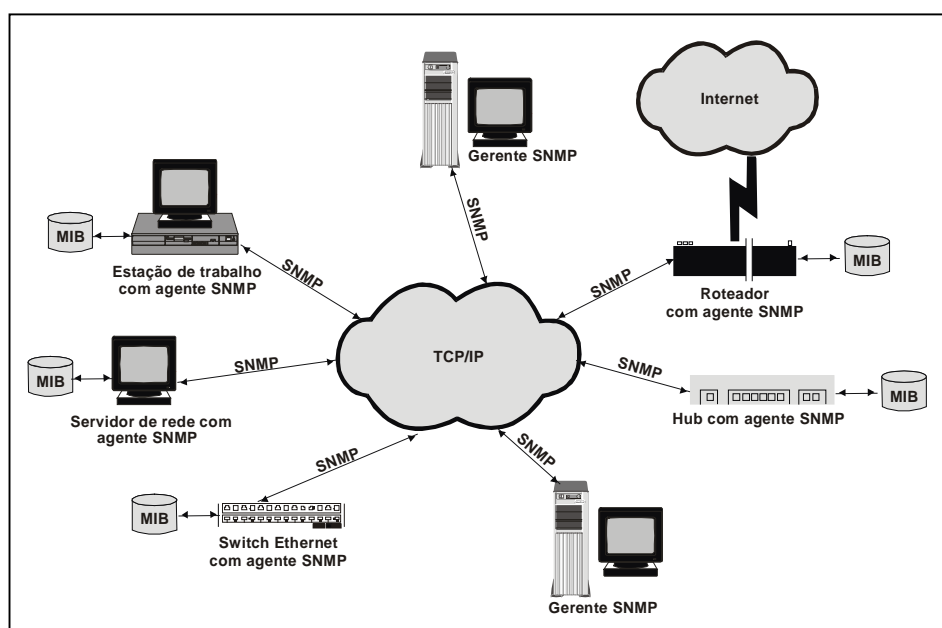


Figura 2.6 - Arquitetura de gerência SNMP.

Os gerentes SNMP são *softwares* executados em uma ou mais estações capazes de realizar tarefas de gerenciamento da rede. São responsáveis por enviar *pollings (requests)* às estações agentes e receber destas as respostas a esses *pollings (responses)*, podendo ainda acessar (*get*) ou modificar (*set*) informações nos agentes e receber destes, mesmo sem requisição, informações relevantes ao gerenciamento (*traps*).

Os agentes SNMP são *softwares* instalados nos dispositivos gerenciáveis da rede. Esses dispositivos gerenciáveis podem ser quaisquer componentes de hardware conectados à rede, tais como computadores (*hosts*), impressoras, *hubs*, *switchs*, roteadores, entre outros. Os agentes interagem diretamente com a MIB e são responsáveis por responder as solicitações feitas pelos gerentes (*pollings*) através de

ações (*responses*). Eles também podem enviar, assincronamente, informações (*traps*) aos gerentes, isso quando ocorre algum problema sério ou um evento relevante para o gerenciamento da rede.

A MIB é, em essência, um banco de dados lógico, armazenando informações estatísticas, de configuração, e de *status*, relativas a todos os possíveis objetos gerenciáveis da rede. Tais objetos (variáveis) possuem nome, atributos e um conjunto de operações que podem ser realizadas sobre esses objetos, sendo descritas pela linguagem abstrata de definição de tipo de dados ASN.1.

Como descrito anteriormente, a comunicação entre agentes e gerentes SNMP é feita com a troca de mensagens, sendo cada mensagem representada inteiramente e independentemente dentro de um *datagrama* UDP. Esta mensagem consiste de um identificador da versão, o nome da comunidade SNMP e a PDU.

O tipo da PDU determina o tipo da transação ou operação SNMP a ser realizada. Cada PDU tem um único identificador de *request* que é usado para sua identificação. Os campos *error-status* e *error-index* são usados para armazenar informações de erro relativas a PDU. O último e mais importante campo da PDU é a carga útil (*payload*) ou VBL (*Variable Binding List*). Nesse campo estão inclusas todas as variáveis SNMP e seus valores associados. Essas variáveis (*Variable Binding*) são as informações propriamente ditas que os gerentes lêem, escrevem e relatam. Toda operação SNMP requer uma VBL para especificar precisamente a informação sendo acessada ou modificada. A Figura 2.7 ilustra a estrutura das mensagens SNMPv1.

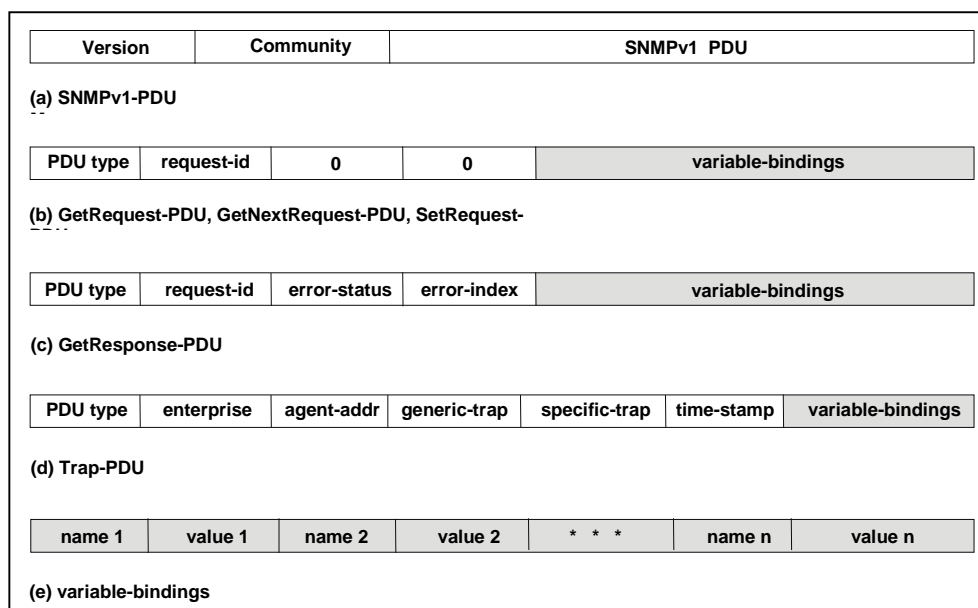


Figura 2.7 - Estrutura das mensagens SNMPv1.

A primeira versão do SNMP, denominada SNMPv1, foi apresentada em maio de 1990 através da RFC 1157 (substituindo as RFCs 1098, de abril de 1989, e 1067, de agosto de 1988), tendo como características principais a simplicidade e a flexibilidade de implementação, sendo definidas apenas cinco mensagens a serem trocadas entre agentes e gerente:

- *get-request*: requisição de um ou mais atributos do objeto gerenciado;
- *get-next-request*: permite ler, além dos valores do objeto que se está acessando, também os valores do próximo objeto na sequência léxica,
- *set-request*: possibilita ao gerente atualizar os valores de um ou mais atributos do objeto gerenciado;
- *get-response*: são as respostas ou confirmações enviadas pelo agente aos *get-request*, *get-next-request* ou *set-request* enviados pelo gerente;
- *trap*: são informações enviadas assincronamente pelos agentes, relatando ao gerente a ocorrência de eventos ou problemas significantes.

A Figura 2.8 ilustra a troca dessas mensagens, onde se observa também que, exceto a mensagem *trap*, que utiliza o número de porta 162, todas as demais mensagens fazem uso da porta 161 [12].

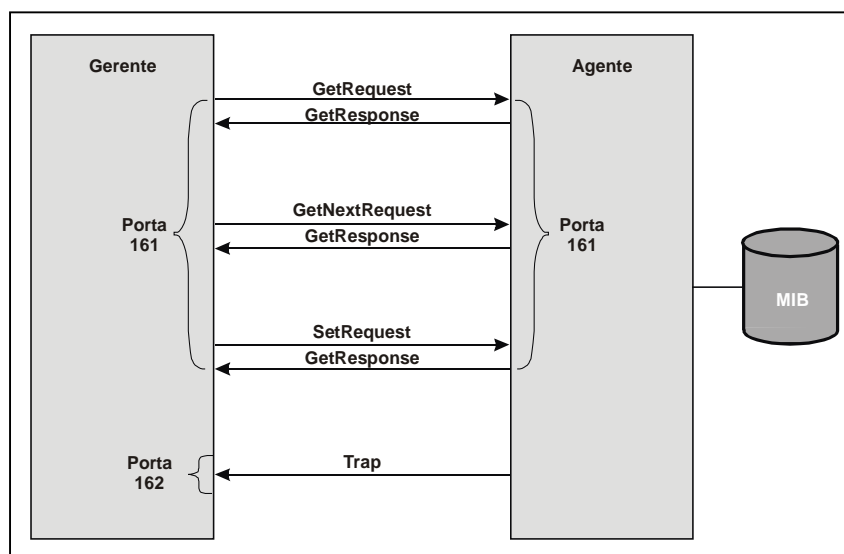


Figura 2.8 - Troca de mensagens no SNMPv1.

Na verdade, o requisito principal do SNMPv1 era oferecer uma solução de gerência com baixo custo e simples implementação. Desta forma, o SNMPv1 apresenta algumas deficiências funcionais, tais como falta de autenticação e mecanismos de privacidade (segurança), impossibilidade de comunicação entre gerentes e limitações no desempenho das mensagens de *polling* em redes muito grandes.

O SNMPv2 (RFC 1901, de janeiro de 1996) surgiu para suprir algumas das deficiências do SNMPv1, implementando, além das cinco funções básicas: *get-request*, *get-next-request*, *set-request*, *response* e *snmpV2-trap* (as funções *get-response* e *trap* tiveram seus nomes modificados, respectivamente para *response* e *snmpV2-trap*), outras duas funções:

- *get-bulk-request*: permitindo o acesso a grandes blocos de informações na MIB;
- *inform-request*: permitindo que um gerente envie informações relevantes diretamente a outros gerentes.

Dentre as novidades do SNMPv2 pode-se destacar:

- A possibilidade de gerenciamento de redes descentralizadas, permitindo a existência de mais de uma estação gerente e, conseqüentemente, a troca de informações entre estas estações;
- A possibilidade de transferência de grandes blocos de informação.

- A introdução de contadores de 64 bits, possibilitando um melhor monitoramento de variáveis que atingem seus limites rapidamente quando usados contadores de 32 bits.
- A melhoria no tratamento de erros das variáveis, definindo-se o estado de sucesso ou erro da operação para cada variável da PDU e não mais para a PDU inteira. Assim, se uma variável contiver erro, as demais variáveis não serão sacrificadas, sendo o campo da variável em que ocorreu o problema preenchido com um código de erro.

A Figura 2.9 ilustra a estrutura das mensagens para o SNMPv2, enquanto na Figura 2.10 [12] é mostrada a possibilidade de troca dessas mensagens.

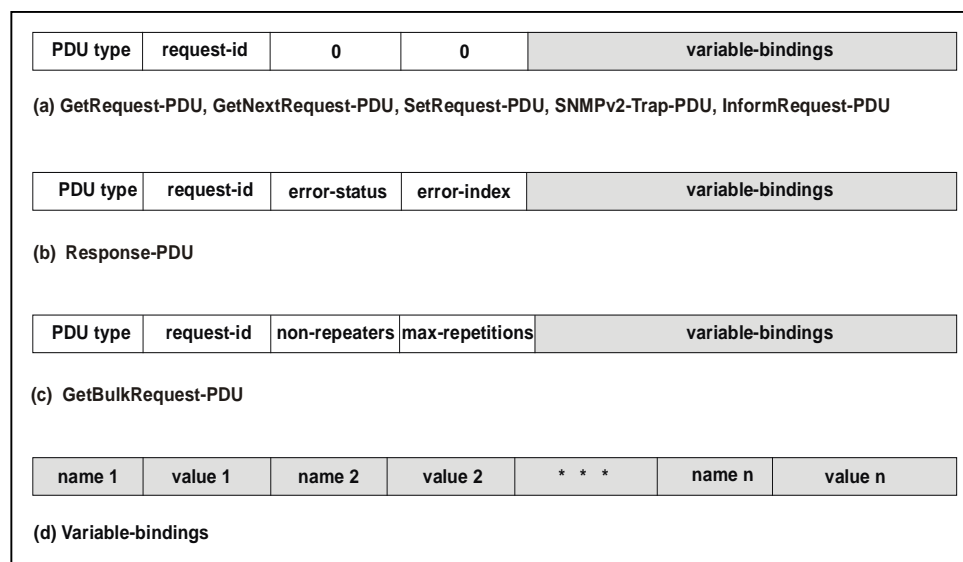


Figura 2.9 - Estrutura das mensagens SNMPv2.

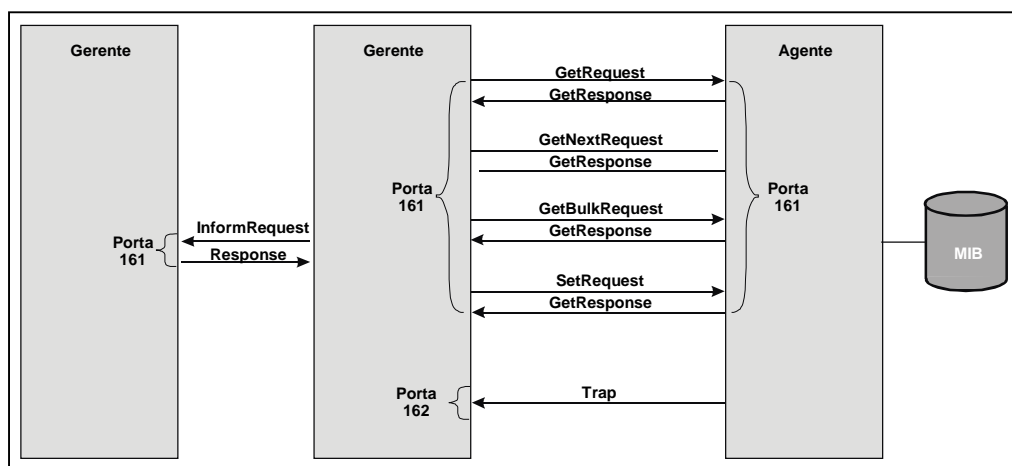


Figura 2.10 - Troca de mensagens no SNMPv2.

Apesar do grande esforço por parte do grupo de trabalho do IETF (*Internet Engineering Task Force*), ainda não foi possível no SNMPv2 se chegar a um consenso a respeito do padrão de segurança a ser usado no SNMP. Esta versão fez uso ainda da simples e insegura característica de autenticação baseada em senha, conhecida como características de comunidade, provida no SNMPv1, sendo referida como SNMPv2c. Para reparar essa falta de segurança, grupos independentes começaram a trabalhar no melhoramento da segurança do SNMPv2. Duas aproximações emergiram: o SNMPv2u (RFC 1910) e o SNMPv2*. Finalmente, estas duas aproximações serviram como entrada para um novo grupo de trabalho, o IETF SNMPv3, que foi formado em março de 1997[5].

Em janeiro de 1998, este grupo publicou um conjunto de documentos definindo uma estrutura para incorporar características de segurança numa capacidade total que inclui tanto as funcionalidades do SNMPv1 ou SNMPv2. Além do mais, os documentos definem um conjunto específico de capacidades para segurança de rede e controle de acesso [5]. A Tabela 2.2 identifica esses documentos indicando também suas atualizações:

Tabela 2.2 - Documentos SNMPv3.

RFC Nº	Título	Data	Atualização
RFC 2271	<i>An Architecture for Describing SNMP Management Frameworks</i>	Janeiro/1998	RFC2571-04/99 RFC 3411-12/02
RFC 2272	<i>Message Processing and Dispatching for the Simple Network Management Protocol (SNMP)</i>	Janeiro/1998	RFC 2572-04/99 RFC 3412-12/02
RFC 2273	<i>SNMPv3 Applications</i>	Janeiro/1998	RFC 2573-04/99 RFC 3413-12/02
RFC 2274	<i>User-based Security Model (USM) for version 3 of the Simple Network Management Protocol (SNMPv3)</i>	Janeiro/1998	RFC 2574-04/99 RFC 3414-12/02
RFC 2275	<i>View-based Access Control Model (VACM) for the Simple Network Management Protocol (SNMP)</i>	Janeiro/1998	RFC 2575-04/99 RFC 3415-12/02

É importante ressaltar que o SNMPv3 não foi criado para substituir o SNMPv2 nem o SNMPv1. Ele define, na verdade, uma capacidade de segurança a ser usada em conjunto com o SNMPv2 ou SNMPv1, descrevendo ainda uma arquitetura que possibilite a compatibilidade com versões futuras (RFC 2271) e facilidades de controle de acesso (RFC 2275).

De forma geral, as especificações relacionadas ao SNMPv3 dissertam sobre a arquitetura geral, sobre as estruturas específicas das mensagens e sobre as características da segurança, mas não especifica nenhum novo formato de PDU, podendo ser utilizada tanto a PDU da versão 1 como a da versão 2 (preferível). A Figura 2.11 mostra o processo de encapsulamento entre PDUs nas versões SNMPv1, SNMPv2 e SNMPv3.[5]

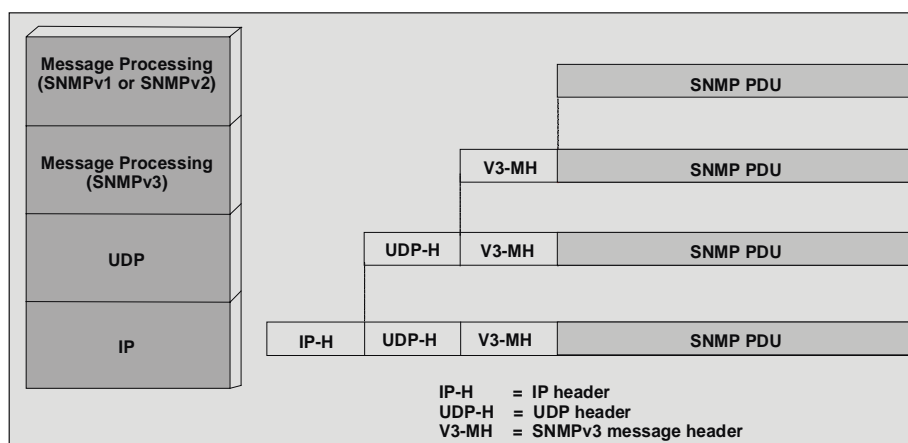


Figura 2.11 - Relacionamento das PDUs nas diferentes versões SNMP.

2.5.3 RMON - Remote Monitoring

O RMON foi proposto como modelo pelo IETF em novembro de 1991 (RFC 1271) sendo padronizado em fevereiro de 1995 (RFC 1757), oferecendo uma arquitetura de gerência distribuída, permitindo a análise, a solução de problemas, a demonstração de tendências e o gerenciamento pró-ativo de redes em geral.

Em um ambiente corporativo pode-se encontrar diferentes redes locais interligadas por enlaces de longa distância, que normalmente operam com taxas inferiores às das redes locais. O protocolo SNMP pode não ser adequado para gerenciar esse tipo de ambiente, uma vez que o tráfego das informações de gerência

trocadas entre agentes e gerentes pertencentes a diferentes redes locais pode provocar um congestionamento nesses enlaces que interconectam essas redes locais.

O protocolo RMON permite a implementação de um sistema de gerenciamento distribuído, atribuindo aos diferentes elementos da rede, tais como estações de trabalho, *hubs*, *switches* ou roteadores, a função de monitor remoto. Cada elemento RMON tem, então, a tarefa de coletar, analisar, tratar e filtrar informações de gerenciamento da rede e apenas notificar à estação gerente os eventos significativos e as situações de erro. A Figura 2.12 ilustra um ambiente típico de gerência RMON.

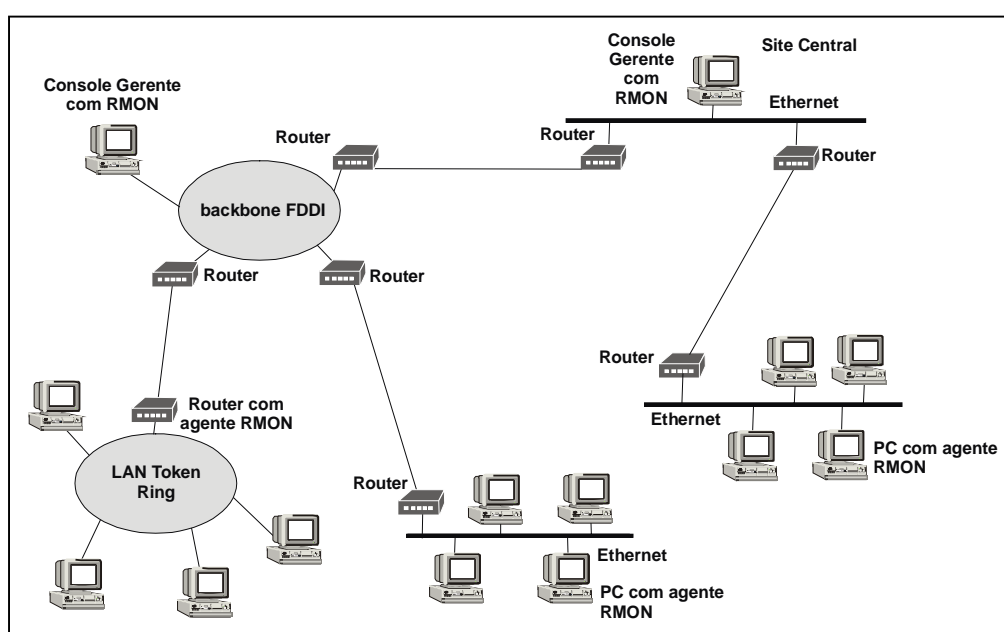


Figura 2.12 - Estrutura de redes com gerenciamento padrão RMON.

As especificações do RMON definem um conjunto de funções e estatísticas que podem ser negociados entre gerentes RMON e os dispositivos de monitoramento de rede. De acordo com essas especificações, várias estações de gerenciamento podem requerer estatísticas e dados da rede. A configuração RMON está relacionada ao tipo e a forma dos dados a serem coletados onde cada estatística está relacionada a parâmetros definidos pelo gerente.

Os objetivos do protocolo RMON são, em síntese:

- Reduzir a quantidade de informações trocadas entre a rede local gerenciada e a estação gerente conectada a uma rede local remota;

- Possibilitar o gerenciamento contínuo de segmentos de redes locais, mesmo quando a comunicação entre o elemento RMON e a estação gerente estiver temporariamente interrompida;
- Permitir o gerenciamento pró-ativo da rede, diagnosticando e registrando eventos que possibilitem detectar o mal funcionamento e prever falhas que interrompam sua operação;
- Detectar, registrar e informar à estação gerente, condições de erro e eventos significativos da rede;
- Enviar informações de gerenciamento para múltiplas estações gerentes, permitindo, no caso de situações críticas de operação da rede gerenciada, que a causa da falha ou do mau funcionamento da rede possa ser diagnosticada a partir de mais de uma estação gerente.

Os objetivos da implementação de um dispositivo RMON são:

- Operação *off-line*: condição em que a estação gerenciadora não está em contato constante com o dispositivo RMON. Presta-se para desenhar redes de baixo custo de comunicação (redes por acesso discado ou conexões com *Wide Area Networks* - WANs) ou para acidentes onde as falhas na rede afetam a comunicação entre a estação gerenciadora e os dispositivos RMON. Desta forma, o monitor é configurado para coletar estatísticas e fazer diagnósticos continuamente, mesmo se a conexão com o gerente não for possível ou apresentar falhas. O monitor pode também notificar a estação de gerenciamento se eventos excepcionais ocorrerem.
- Monitoramento preemptivo: se o monitor tiver recursos disponíveis, estes podem ser usados para executar diagnósticos continuamente e para analisar o desempenho da rede. Quando uma falha ocorrer, o monitor pode notificar a estação de gerenciamento e armazenar o histórico estatístico referente à falha. Posteriormente, este histórico pode ser enviado à estação de gerenciamento com o objetivo de se fazer um estudo mais profundo e permitir a detecção e reparo da falha.
- Detecção de problemas e geração de relatórios: O monitor pode reconhecer certas condições problemáticas como, por exemplo,

congestionamento no tráfego. Detectando tais situações, o monitor pode registrá-las e reportá-las à estação de gerenciamento.

- Análise de dados: por ser um dispositivo dedicado exclusivamente ao gerenciamento de rede, e por estar localizado diretamente no segmento monitorado da rede, os dispositivos RMON podem fazer uma análise significativa dos dados que coletam. Por exemplo, estes dispositivos podem determinar qual *host* gera maior tráfego ou mais erros na rede.
- Múltiplos gerentes: uma configuração de rede pode ter mais de uma estação gerente, oferecendo maior confiabilidade e permitindo executar diferentes funções, além de prover capacidades de gerência para unidades diferentes dentro da organização.

Dois padrões básicos de protocolo RMON, funcionalmente complementares, são especificados: RMON1, ou simplesmente RMON, e RMON2.

O RMON1 opera somente na camada MAC (*Media Access Control*), oferecendo recursos ao administrador da rede para monitorar o tráfego e coletar informações estatísticas da operação de um segmento de rede local, não permitindo, porém, obter estatísticas com relação às camadas de rede e superiores.

A necessidade de um melhor tratamento do tráfego de protocolos para a gerência da rede fez com que uma extensão do RMON fosse criada, sendo denominada RMON2.

O RMON2, portanto, veio implementar novas funções ao RMON, permitindo analisar PDUs de níveis superiores à camada MAC, possibilitando um monitoramento mais eficiente do tráfego proveniente dos equipamentos de rede (roteadores e *switchs*) até as aplicações, permitindo a obtenção de informações mais detalhadas como por exemplo aplicações que demandam mais recursos, servidores mais acessados, redes com maior volume de acesso, entre outras.

A implementação das funções do protocolo RMON somente é viável mediante o suporte de uma base de dados de gerenciamento, a RMON-MIB, associada a cada elemento RMON da rede.

Para a RMON1-MIB, foram especificados os seguintes grupos básicos:

- Estatísticas: mantém estatísticas de utilização, tráfego e taxas de erros ocorridos em um segmento de rede.

- Histórico: permite controlar o processo de amostragem (definição dos intervalos de amostragem) de informações do grupo estatístico e registrar tais informações empregadas na análise do comportamento de uma rede e que oferecem subsídios para um gerenciamento pró-ativo;
- Alarmes: possibilitam estabelecer condições limites de operação de uma rede que devem provocar a geração de alarmes;
- *Hosts*: contém informações relativas ao tráfego de cada *host*;
- *Host Top N*: permite classificar os *hosts* segundo critérios pré-definidos como, por exemplo, quais *hosts* geram maior tráfego em um dado período;
- Matriz: contém informações de utilização da rede e taxa de erros na forma de matriz, associando pares de endereços MAC dos elementos de rede;
- Filtro: define condições associadas a pacotes trafegados pela rede, que uma vez satisfeitas implicam na captura de tais pacotes pelo elemento RMON ou no registro de estatísticas baseadas nos mesmos;
- Captura de pacotes: determina como devem ser capturados os dados dos pacotes que trafegam pelo segmento de rede. Como *default*, são capturados os cem primeiros *bytes* dos pacotes filtrados pelo elemento RMON;
- Evento: define todos os eventos que implicam a criação de registros de eventos (*logs*) e o envio de informações pertinentes do elemento RMON aos gerentes.

A implementação de todos os grupos é opcional, embora exista uma relação de dependência entre alguns deles: o grupo Alarmes requer o grupo Eventos, o grupo *Host Top N* requer o grupo *Hosts* e o grupo Captura de Pacotes requer o grupo Filtro.

Para a RMON2-MIB foram especificados novos grupos básicos, que são:

- Diretório de protocolo: especifica uma lista de protocolos de rede, transporte e de camadas superiores que o elemento RMON tem a capacidade de monitorar, sendo possível incluir, remover ou configurar entradas dessa lista;

- Distribuição de protocolo: contém informações relativas ao número de *bytes* ou pacotes referentes a diferentes protocolos transferidos através de um determinado segmento de rede;
- Mapeamento de Endereços: relaciona endereços MAC e endereços de rede IP;
- Camada de rede do *host*: contabiliza o tráfego gerado e recebido por um *host* cujo endereço de rede é conhecido pelo RMON;
- Matriz da camada de rede: contabiliza o tráfego existente entre um par de *hosts* cujos endereços de rede são conhecidos pelo RMON;
- Camada de aplicação do *host*: contabiliza o tráfego relativo a determinado protocolo gerado e recebido por um *host* cujo endereço de rede é conhecido pelo RMON;
- Matriz da camada de aplicação: contabiliza o tráfego relativo a um determinado protocolo existente entre um par de *hosts* cujos endereços de rede são conhecidos pelo RMON;
- Histórico do usuário: contém informações específicas de um usuário relativo ao tráfego gerado, período e intervalos de amostragem, entre outras informações;
- Configuração do *probe*: contém a configuração dos parâmetros de operação do RMON;
- Conformidade RMON: define os requisitos de conformidade da RMON-MIB.

A Figura 2.13 ilustra, em parte, a estrutura da MIB RMON2.

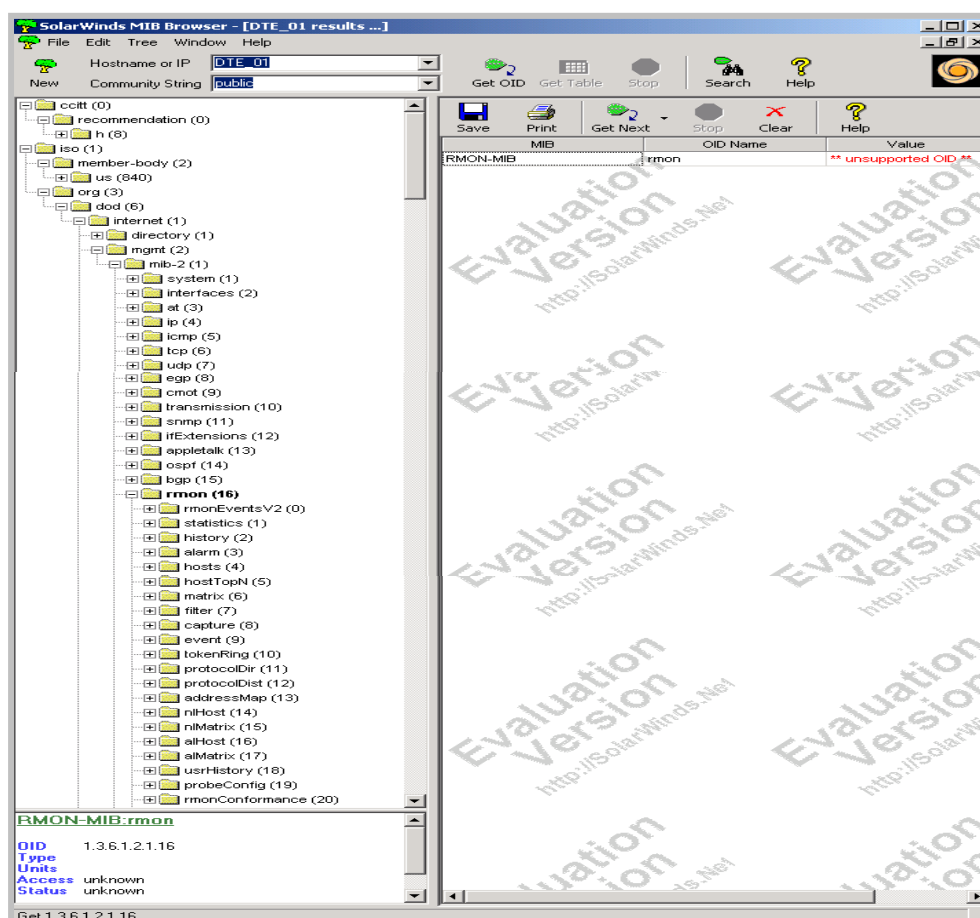


Figura 2.13 - Estrutura de uma MIB RMON.

2.5.4 Sniffers

O *sniffer*, também conhecido como *probe*, é um programa residente numa máquina conectada a um segmento de rede que “escuta” todo o tráfego que flui nesse segmento. Possuem ferramentas conhecidas como analisadores de protocolos, que os habilitam a capturar e interpretar as informações contidas nos *frames*. Assim, o *sniffer* se torna uma ferramenta eficaz para se obter dados mais exatos sobre o que trafega em cada segmento da rede. É importante ressaltar que, neste contexto, o uso de *sniffers* visa a coleta e tratamento dos dados para fins de gerência e não a quebra de privacidade em relação aos dados transportados pela rede. A Figura 2.14 ilustra uma rede típica com gerenciamento baseado em *sniffers*.

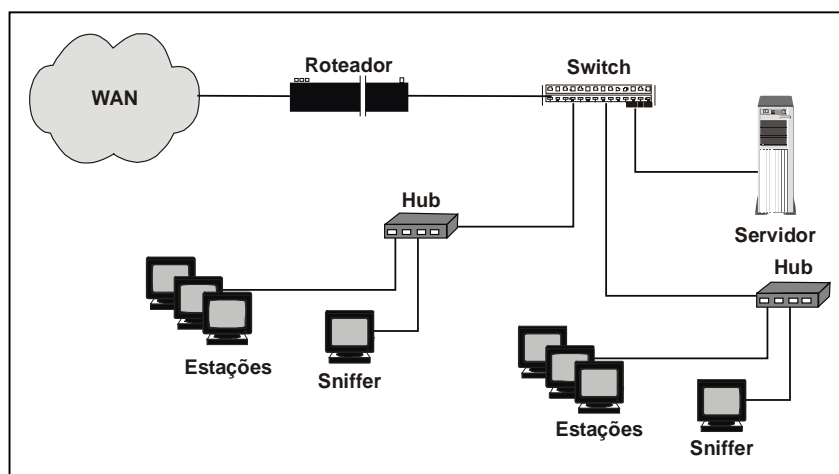


Figura 2.14 - Estrutura típica de uma rede com gerenciamento baseado em *sniffers*.

Pode-se, portanto, destacar as seguintes funcionalidades do *sniffer*:

- Detecção de problemas na rede;
- Análise de desempenho na busca de “gargalos”;
- Monitoração e geração de dados estatísticos do comportamento do tráfego;
- Coleta de dados para caracterização de tráfego, para uso na simulação de redes;
- Conversão dos dados coletados para formatos inteligíveis (analisador de protocolos).

Dentre as informações que um *sniffer* pode oferecer com o monitoramento da rede, destacam-se:

- Porcentagem de utilização;
- Número de *frames* monitorados;
- Número de bytes transmitidos e recebidos;
- Tamanho médio dos *frames*;
- Tempo de resposta por aplicação.
- Tráfego por protocolos;

2.6 Resumo Comparativo: SNMP / RMON / Sniffer

De maneira comparativa, pode-se relacionar, dentre as principais características das ferramentas SNMP, RMON e *Sniffer*, as seguintes:

- **SNMP**
 - Padrão especificado pela comunidade Internet, podendo ser implementado na grande maioria dos dispositivos gerenciáveis.
 - Baseado, a princípio, numa arquitetura de gerência centralizada (SNMPv1), permite a gerência descentralizada com o SNMPv2.
 - Pode gerar tráfego extra excessivo na rede, em função das informações trocadas entre agentes e gerentes.
 - Todo tratamento das informações é feito pelo gerente (ou gerentes, quando implementada a arquitetura de gerência descentralizada).
 - Permite, a partir de uma única estação, coletar dados de dispositivos localizados em diferentes segmentos de rede.
- **RMON**
 - Possibilita a diminuição do tráfego extra (de gerência) da rede.
 - O tratamento das informações é realizado pelo próprio dispositivo de rede, possuindo capacidade para isso.
 - Informações são enviadas do dispositivo RMON ao gerente somente quando necessário.
 - Cada segmento a ser gerenciado deverá possuir um elemento RMON.
- *Sniffer*
 - Não gera nenhum tráfego de gerência no segmento de rede.
 - Atua de modo promíscuo no segmento de rede, tendo acesso a todo o tráfego que circula por esse segmento.
 - Cada segmento a ser gerenciado deve possuir uma estação com uma ferramenta de *sniffer* instalada.

2.7 Ferramentas de Gerência

Uma ferramenta de gerência é, geralmente, um software que permite exercer as atividades da gerência de redes. Essas ferramentas coletam dados dos elementos da rede, permitindo aos administradores extrair informações necessárias e relevantes ao processo de gerência. Além disso, podem possibilitar a execução de comandos de reconfiguração permitindo alterar as características de funcionamento desses elementos.

Existem várias ferramentas de gerência disponibilizadas no mercado, cada qual com suas particularidades, aplicações, vantagens e desvantagens. A seguir são citadas algumas dessas ferramentas:

- MRTG - Multi Router Traffic Grapher (<http://mrtg.hdl.com/mrtg.html>)
- Ethereal (<http://www.ethereal.com/>)
- NetBoy Suite (<http://ns3.ndgsoftware.com/Home/index.html>)
- HP Open View (<http://www.openview.hp.com>)
- Ntop (<http://www.ntop.org/ntop.html>)
- Tivoli (<http://www-3.ibm.com/software/tivoli/>)
- Cisco View (<http://www.cisco.com>)

Com relação ao ambiente de que se constitui hoje a grande maioria das redes corporativas, pode-se constatar alguns fatos:

- As redes de muitas empresas têm crescido de forma não planejada, ficando cada vez maiores, mais complexas, e com uma heterogeneidade de equipamentos, fabricantes, tecnologias e protocolos. Para manter estas redes, precisam-se de profissionais em maior número e mais especializados;
- O papel das redes é cada vez mais importante para as atividades das organizações as quais pertencem, e mantê-las funcionando, e bem, é uma tarefa crítica para a eficiência de toda a organização. O custo da inoperância da rede pode se tornar muito alto para a empresa.

Levando-se em consideração esses dois aspectos, pode-se concluir que a gerência de rede é uma tarefa difícil e de extrema importância. Assim, uma ferramenta de gerência deve permitir que a administração da rede seja mais eficiente em dois aspectos:

- Diminuição dos gastos com a própria gerência, através da diminuição do número de profissionais envolvidos e da menor necessidade de especialização dos mesmos;
- Diminuição do tempo de inoperância da rede, através de um diagnóstico mais rápido sobre o comportamento da rede, ou mesmo da previsão de possíveis falhas que poderiam ocorrer.

Como mostrado neste capítulo, existe uma preocupação por parte das organizações em se definir padrões a serem usados na gerência de redes, havendo alguns deles já consagrados, cada qual apresentando vantagens e desvantagens em função do ambiente em que serão aplicados.

No próximo capítulo, dentre as cinco áreas funcionais da gerência OSI, será abordada com mais detalhes a Gerência de Desempenho, mostrando sua importância e suas principais atividades, a fim de manter em perfeito funcionamento o ambiente gerenciado.

3 GERÊNCIA DE DESEMPENHO EM AMBIENTES CORPORATIVOS

3.1 Visão Geral de um Ambiente Corporativo

As redes corporativas estão sendo constituídas por uma quantidade cada vez mais significativa e diversificada de recursos de hardware, software e meios de comunicação, servindo de base para o provisionamento de inúmeros serviços de teleinformática às corporações, influenciando cada vez mais nas áreas produtiva, financeira e social das mesmas.

Exemplos como a integração de sistemas administrativos e de apoio à tomada de decisão, videoconferência, educação à distância, sistemas georeferenciados, telemedicina, entre outros, fazem parte da realidade atual.

Essa crescente unificação dos ambientes computacionais torna cada vez mais necessária a integração dos sistemas de informação e unidades de trabalho dentro das empresas. Esse imenso conjunto de facilidades criadas pelas redes corporativas possibilita a seus usuários e provedores de serviços estabelecer uma relação muito mais dinâmica em termos de requisitos de qualidade para os vários serviços demandados e/ou ofertados.

Entretanto, esse crescimento, tanto em dimensão como em complexidade, juntamente com a necessidade de integração desses diversos serviços, faz surgir problemas ainda não experimentados pelos gerentes e administradores desses ambientes. Algumas preocupações que podem ser levantadas são, por exemplo:

- Qual o nível de qualidade de serviços provido pela atual infra-estrutura de rede?
- Qual o impacto da criação de um novo sistema de informação para auxílio à tomada de decisões sobre a atual estrutura de informação da corporação?
- Qual o comportamento da atual estrutura de rede com a implantação de um sistema de videoconferência?

É sabido que os recursos desse ambiente, uma vez instalados, têm capacidade fixa de atendimento e que a demanda pode ser bastante aleatória. Assim, novas dúvidas podem surgir:

- Como analisar o desempenho de um recurso de rede dado o cenário atual?

- Como prever seu comportamento diante de possíveis modificações (novas aplicações, novos usuários)?

A gerência de redes aparece, neste contexto, como sendo de vital importância, independente do porte do ambiente. É uma atividade que consiste em observar e controlar os eventos em um ambiente de informação permitindo que sejam adotadas soluções que garantam a prestação dos serviços pela rede corporativa, dentro dos requisitos de qualidade acordados.

A Figura 3.1 ilustra o cenário típico da gerência de redes em um ambiente corporativo [2]. Neste cenário, pode-se observar a presença de um servidor corporativo com sua rede proprietária, um servidor web para acesso à Internet, equipamentos destinados ao gerenciamento de rede (estação e *probe* de gerenciamento), além dos recursos a serem gerenciados (estações cliente, servidores, dispositivos de rede e segmentos de rede).

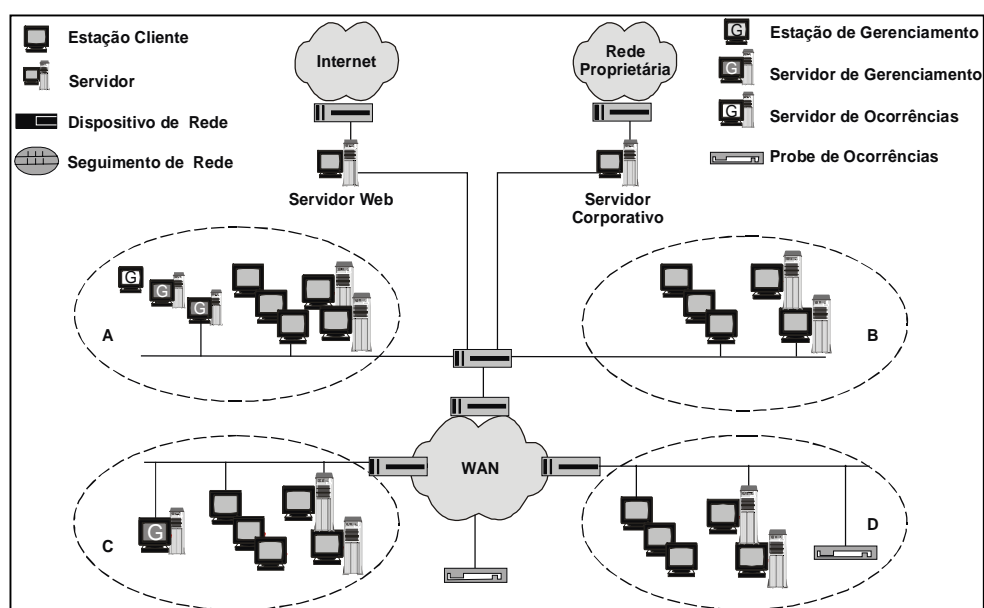


Figura 3.1 - Cenário do gerenciamento em ambiente corporativo.

3.2 A Importância da Gerência de Desempenho

Um ambiente corporativo suporta um conjunto de serviços para os quais existe uma demanda aleatória, onde cada serviço pode requerer um grau de qualidade e utilizar um conjunto de recursos por um determinado período de tempo. A má utilização destes recursos pode acarretar na degradação dos parâmetros de QoS e,

conseqüentemente, levar a rede a um comportamento insatisfatório, tanto do ponto de vista do usuário (tempo de resposta), quanto da aplicação (recursos disponíveis). Torna-se necessário, então, um estudo mais apurado do ambiente a fim de caracterizar o seu comportamento e, lançando mão da Gerência de Desempenho, adequar o seu funcionamento a limites aceitáveis.

A Gerência de Desempenho é importante não só para garantir a qualidade de serviço acordada com os usuários, como também para assegurar que esta é atingida com os menores custos possíveis. Pode-se, por meio da Gerência de Desempenho, adequar os recursos utilizados pelos usuários às suas reais necessidades, auxiliando o setor responsável pela administração de redes a tomar ações antecipadas no que diz respeito à manutenção dos níveis de desempenho dos serviços oferecidos como, por exemplo, o tempo de resposta.

3.3 Conceitos Fundamentais Sobre a Gerência de Desempenho

De acordo com o modelo genérico de gerência de redes proposto pela ISO, a Gerência de Desempenho é a área funcional da gerência de redes responsável por monitorar e controlar a utilização dos recursos compartilhados de uma rede. Assim, para o entendimento da relação entre a Gerência de Desempenho e o perfeito funcionamento da rede, faz-se necessário definir alguns conceitos, tomando-se como ponto de vista os serviços prestados pela rede:

3.3.1 Serviço

Conjunto de procedimentos computacionais e de telecomunicações que permite a um usuário do sistema realizar uma determinada tarefa. Exemplos típicos de serviços são: correio eletrônico, serviço de impressão, serviço de armazenamento seguro de arquivos e muitos outros. Os serviços podem variar em complexidade e utilização de recursos de hardware, software ou ambos [6].

3.3.2 Ocupação de Recursos e Caracterização de Serviços

Para a realização de uma determinada instância de um serviço, um ou mais recursos computacionais serão ocupados por determinado período de tempo. A

natureza dos recursos ocupados e também o período de tempo que dura essa ocupação caracterizam o comportamento do serviço [6].

3.3.3 Indicadores de Qualidade de Serviço

São os parâmetros que revelam a qualidade corrente dos serviços fornecidos aos usuários, parâmetros estes extraídos do ambiente de rede que oferece tais serviços. Cada tipo de serviço requer parâmetros mínimos de operação, tais como: tempo de resposta, velocidade de transmissão, taxa de erros, etc. Caso esses requisitos mínimos não sejam atendidos, o serviço sofrerá degradação, acarretando, até mesmo, a não execução da tarefa desejada.

3.3.4 Demanda Sobre os Serviços

É a medida da utilização ou tentativa de utilização de um determinado serviço por um ou mais usuários. Trata-se de um parâmetro aleatório pois, na grande maioria das vezes, não se sabe com exatidão quando um ou mais usuários farão uso de um determinado serviço. É possível estabelecer probabilidades de que determinados serviços estarão sendo utilizados por um certo número de usuários, durante um certo período de tempo. Pode-se notar intuitivamente que para um número maior de usuários, maiores serão as probabilidades de utilização dos serviços oferecidos a esses usuários. Isso implica que, quanto maior for o número de usuários, maior será a demanda pelos serviços oferecidos.

3.4 Principais Atividades da Gerência de Desempenho

A prática da Gerência de Desempenho se faz pela realização de diferentes atividades, onde as mais importantes são: [26][17][5]

- Monitoramento do desempenho
- Caracterização de carga de trabalho (*workload*)
- Ajuste de parâmetros do sistema
- Identificação de gargalos
- Comparação de desempenho entre sistemas alternativos
- Dimensionamento de componentes do sistema
- Previsão de crescimento.

Tais atividades podem ser classificadas em três grandes áreas: Monitoramento de Eventos Relevantes ao Desempenho de Sistemas, Análise de Desempenho e Planejamento de Capacidade.

3.4.1 Monitoramento de Eventos Relevantes ao Desempenho do Sistema

Esta área engloba as atividades relacionadas à coleta sistemática de informações que possam revelar os indicadores correntes de qualidade de serviço da rede ou caracterizar a carga de trabalho para uma instância de serviço. Essas atividades visam, basicamente, o monitoramento do desempenho e a caracterização da carga de trabalho.

3.4.1.1 Monitoramento para Verificação de Desempenho

Essa atividade exige a coleta de informações que possam, de maneira clara e objetiva, apontar se o desempenho do sistema encontra-se dentro de limites aceitáveis. Para isso, é necessário o conhecimento dos padrões de qualidade de serviço de cada um dos serviços oferecidos pela rede. Dependendo das ferramentas de monitoramento utilizadas, nem sempre é possível a coleta desses indicadores diretamente. Muitas vezes se faz necessário coletar um conjunto de dados relacionados ao indicador pretendido, dos quais é possível extrair informações sobre o que se deseja realmente monitorar.

A frequência com que se realiza esse monitoramento é um parâmetro essencial na definição do tipo de gerência que se deseja realizar: gerência reativa ou gerência pró-ativa, que é a mais indicada. Nesse caso, o monitoramento deve ser feito, se não continuamente, com uma frequência relativamente alta.

3.4.1.2 Monitoramento para Caracterização de Carga de Trabalho

A caracterização da carga de trabalho constitui uma atividade fundamental para as áreas Análise de Desempenho e Planejamento de Capacidade. Consiste em levantar as características de um serviço, apontando como é, estatisticamente, a demanda sobre o mesmo e quanto se consome, em termos de recursos da rede, quando um usuário típico do serviço o utiliza.

Para a realização dessa atividade faz-se necessário monitorar os eventos de interesse para determinado serviço, coletando os dados relevantes para a captura da essência desse comportamento. Depois, é necessário aplicar as ferramentas estatísticas convenientes, sumarizando as informações obtidas [11] [17].

Na prática, a caracterização de carga de trabalho de um determinado serviço não é nada trivial, tratando-se quase de uma arte [11] [17]. Isso se deve ao fato de o analista ter que definir exatamente o que é o serviço que ele deseja estudar, definindo, implicitamente, quem são os seus usuários e como eles utilizam esse serviço.

Como exemplo, numa determinada situação, um sistema de banco de dados pode ser considerado como serviço. Porém, em outra situação, o acesso ao disco do servidor de banco de dados é que pode ser considerado como o alvo do estudo. Nesse último caso, diversos serviços macro (serviços mais complexos em termos de utilização de recursos) utilizarão esse serviço básico. Isso implica em diferenças consideráveis no trabalho de caracterização.

Estando definido o serviço que se deseja caracterizar, a linha mestra para a caracterização de carga de trabalho é associar os dados coletados referentes a utilização dos recursos relacionados a esse serviço com o número de usuários presentes no sistema no período em que se fez a coleta.

Caso o resultado obtido nessa caracterização de carga de trabalho apresente um comportamento estatístico muito variante, recomenda-se dividir os usuários do serviço em classes de comportamento. Para isso, não existem fórmulas prontas. O ideal é escolher dois ou mais recursos de grande importância para o serviço em estudo e classificar os usuários em grupos que apresentem as mesmas características de utilização desses recursos [11] [17].

3.4.2 Análise de Desempenho

Nesta área estão agrupadas as atividades que têm como função avaliar a capacidade instalada da rede (nós, enlaces e demais equipamentos) e, fazendo uso da carga de trabalho já caracterizada para os serviços suportados pela mesma, identificar os possíveis gargalos (recursos responsáveis pela degradação dos serviços), se existirem; ajustar os parâmetros de configuração, se necessário; e comparar o

desempenho atual com o desempenho obtido através do uso de recursos de mesma natureza que poderiam ser adquiridos. Para ser possível chegar a tal gama de resultados, a Análise de Desempenho faz uso da construção de modelos matemáticos ou computacionais e suas respectivas metodologias de análise. Assim, as atividades pertencentes à Análise de Desempenho podem ser divididas em duas fases:

3.4.2.1 Modelagem Analítica

Fase crucial da Análise de Desempenho, consiste em expressar a capacidade instalada de um sistema através de um modelo matemático. Esta fase pode envolver a utilização de modelos probabilísticos, processos estocásticos e teoria de filas.

3.4.2.2 Simulação de Eventos Discretos.

A simulação de eventos discretos é baseada em um programa de computador que tenha a capacidade de emular os diferentes aspectos da dinâmica de um ambiente computacional distribuído (*hardware* e *software* envolvidos, seus aspectos individuais, formas de funcionamento, capacidades e limitações) e as demandas sobre cada um desses elementos.

De maneira geral, no processo de simulação faz-se necessário construir um modelo de simulação que represente, o mais próximo possível, o ambiente real a ser simulado. Segundo Monteiro [17], para a representação de ambientes de computação distribuída, convém conceber o modelo dividindo as tarefas em duas etapas:

- **modelo de capacidade:** engloba as informações referentes aos elementos de hardware do sistema; no caso de redes, os nós e enlaces. Esse modelo deve descrever quais os recursos que o compõe e quais suas respectivas capacidades, bem como suas interconexões;
- **modelo de transações:** são as informações referentes às características do serviço oferecido, juntamente com os parâmetros de demanda e a carga de trabalho (*workload*). Devem ser estabelecidos: quais recursos estarão sendo utilizados, o fluxo de dados entre esses recursos e as políticas de ocupação de cada um deles.

Durante cada “rodada de simulação”, o simulador estará analisando o estado do modelo e contabilizará os acontecimentos relevantes à análise (mudanças de

estado, utilização de recursos, etc.). Dependendo do grau de especialização do simulador, esses eventos contabilizados poderão fornecer informações mais diretas para a tomada de decisão. Os resultados obtidos devem ser cuidadosamente interpretados, uma vez que o grau de especialização do simulador influencia no tipo de informação fornecida.

Dentre os simuladores especializados em redes de telecomunicações, o Opnet, da OPNET Technologies Inc. (<http://www.opnet.com>), é um dos mais sofisticados e completos. Entre outros exemplos de simuladores, temos:

- Network Simulator - ns2 (<http://www.isi.edu/nsnam/ns>);
- NetworkVantage
(<http://www.compuware.com/products/vantage/networkvantage.htm>);
- NetCracker (<http://www.netcracker.com>);
- SIMSCRIPT II Network Simulation (<http://www.caciasl.com>);
- Real Network Simulation (<http://www.cs.cornell.edu/skeshav/real>).

O uso de simuladores no estudo de desempenho de sistemas computacionais distribuídos permite a observação de inúmeras variáveis da dinâmica do processo. Porém, muitas vezes, os fenômenos que interessam para a solução de um problema de desempenho não são muitos, ou podem ser agrupados de maneira mais genérica, simplificando o trabalho, sem prejuízo para os resultados.

De acordo com Monteiro [17], os problemas de desempenho de sistemas distribuídos podem ser abordados através de três diferentes graus de detalhamento, cada qual suficiente para resolver um diferente nível de complexidade:

- **Grau de detalhamento 0 (zero):** modelo baseado na visão da carga bruta. Através da caracterização do evento de interesse e da utilização da matriz de interesse. Nesse caso, deseja-se estudar o desempenho do sistema de maneira geral sem muitos detalhes de perfil de utilização ou diferentes tipos de serviços.
- **Grau de detalhamento 1 (um):** modelo baseado na divisão da carga bruta pelos serviços que a compõem. Utilizando a matriz de serviços deseja-se observar a contribuição de cada serviço para a carga total. Cada serviço será caracterizado individualmente, permitindo a avaliação do modelo para diferentes tipos de serviço.

- **Grau de detalhamento 2 (dois):** modelo baseado na divisão da carga bruta pelos serviços que a compõem e pelos usuários que utilizam esse serviço. Isso significa dizer que se deseja modelar a carga por perfil de utilização de serviços. Essa análise permite a inferência do comportamento do sistema após, por exemplo, uma transferência de um usuário de ponto de acesso ao serviço.

É fácil perceber que quanto maior o grau de detalhamento, maior será a complexidade do modelo, permitindo, porém, a representação do ambiente a ser simulado mais próxima do ambiente real. É importante que se use um grau de detalhamento adequado à solução do problema em análise para que não se perca tempo desnecessário ou se chegue a conclusões imprecisas no processo de simulação.

Outra etapa importante no processo de simulação é a aferição do modelo. Muitas vezes, os eventos monitorados podem sofrer distorções durante o processo de caracterização. É possível, também, que os simuladores não consigam representar com perfeição a natureza aleatória de alguns eventos. Assim, para que os modelos possam refletir a realidade da dinâmica do sistema o mais próximo possível, faz-se necessário fazer várias rodadas de simulação para se aferir o modelo. Durante esse processo, ajustes nos parâmetros do modelo podem ser feitos para conduzi-lo a um comportamento mais próximo do real.

Uma vez tendo sido feita a aferição do modelo, mesmo que com uma margem de erro conhecida, é possível promover mudanças propositadas em parâmetros relevantes do modelo, determinando seu novo comportamento. A esse processo chama-se inferência, porque todos os resultados obtidos são baseados nas leis de probabilidade implícitas ao processo. Esse processo é, particularmente, muito útil para o Planejamento de Capacidade, onde a adição de capacidade e o aumento de demanda são alterações bastante comuns nas simulações de sistemas. [17]

3.4.3 Planejamento de Capacidade

Tomando como base os resultados obtidos na análise de desempenho, o Planejamento de Capacidade tem como função indicar, quantitativa e qualitativamente, as possíveis alterações para que o sistema forneça a qualidade de

serviço desejada, ou apontar a capacidade excedente do mesmo. Assim, fica possível ao administrador do sistema estabelecer um cronograma de alterações na capacidade do sistema em função de uma previsão de crescimento, conhecendo de antemão, o comportamento do sistema a cada uma dessas alterações.

Na maioria das vezes, o Planejamento de Capacidade é usado como complemento à Análise de Desempenho, quando essa constata algum ponto falho no sistema, como por exemplo, a falta de capacidade instalada. Porém, ele também pode ser utilizado para a definição de capacidades de um ambiente de rede que está em fase de projeto. Para isso, como ainda não existe o sistema real, deverão ser utilizadas a carga de trabalho e a previsão de número de usuários obtidos em ambientes semelhantes.

Assim como a Análise de Desempenho, o Planejamento de Capacidade utiliza-se de técnicas matemáticas e computacionais para obter seus resultados.

3.5 Principais Alvos da Gerência de Desempenho

A gerência de desempenho, como mostrado anteriormente, pode ser aplicada em diferentes níveis de atuação (mais ou menos detalhados) e em diferentes elementos de um ambiente de computação ou de telecomunicações. Tomando-se como exemplo um ambiente de computação distribuída, pode-se conduzir o estudo de desempenho nas facilidades de transmissão (enlaces, repetidores, comutadores, roteadores, etc.) paralelamente ao estudo de desempenho de um servidor de banco de dados, ou ainda, de uma estrutura de acesso ao backbone da rede.

Assim, em um ambiente distribuído, muitos são os parâmetros que podem ser alvos da gerência de desempenho, onde os mesmos podem ser classificados em três grupos de estudo: tráfego, serviços e servidores e equipamentos.

3.5.1 Estudo de Tráfego

De maneira geral, pode-se dizer que a missão básica de uma rede é permitir o escoamento do tráfego entre origem e destino. Assim, é evidente a importância do estudo de desempenho sobre os elementos que formam as chamadas facilidades de transmissão. Alguns dos parâmetros de tráfego mais abordados nesse estudo são mencionados a seguir.

3.5.1.1 Taxa de erros físicos

Os erros físicos são causados por perturbações elétricas ou eletromagnéticas, durante o percurso da informação pelo sistema de comunicação. Nas redes digitais, quando um único bit sofre alterações indevidas, é possível que todo um conjunto de dados tenha que ser retransmitido, ocupando novamente os recursos de rede e, conseqüentemente, acarretando atraso na operação total.

3.5.1.2 Utilização de banda passante

A banda passante dos meios de comunicação talvez seja um dos recursos mais críticos de um ambiente de rede. Além disso, na maioria das vezes, um grande número de equipamentos é dimensionado em função desse recurso. A falta de banda passante acarreta sobrecarga na operação dos nós da rede, provocando filas de espera e possibilidade de descarte de dados;

3.5.1.3 Disputa pelo meio

Algumas tecnologias de redes utilizam métodos de acesso aos recursos de transmissão que prevêm disputas por esses recursos; por exemplo, a rede local Ethernet (IEEE 802.3), que faz uso do método de acesso CSMA/CD (*Carrier Sense Multiple Access/Collision Detected*). Esses métodos, geralmente simplificam os algoritmos envolvidos, porém, podem provocar tempos de ociosidade do meio de comunicação, mesmo havendo alguma informação a ser transmitida. Para redes com grandes volumes de dados, esse tempo ocioso ocasionado por essas disputas, deve ser mantido em níveis os mais reduzidos possíveis;

3.5.1.4 Descarte de dados em *buffers* dos nós da rede

Quando, por algum motivo, as filas de espera dos nós da rede atingem seus limites de armazenamento, um procedimento de segurança promove o descarte de pacotes que chegam a esse nó. A análise da seriedade e da localização dos problemas de descarte de dados é importante para revelar possíveis problemas de dimensionamento de partes do ambiente de rede;

3.5.1.5 Throughput dos nós da rede

O *throughput* diz respeito à capacidade de envio de dados por um determinado período de tempo, relacionando-se ao desempenho do nó da rede. Além do problema de descarte de informações, outros fatores podem influenciar no desempenho desse nó. A baixa vazão entre a entrada e a saída pode ser causada por problemas de capacidade de processamento, capacidade das memórias de trabalho, ou capacidade dos discos, entre outros.

3.5.1.6 Latência do sistema

Todo sistema de telecomunicações tem, como consequência das escolhas de tecnologia e de dimensionamento, um tempo de latência, ou atraso mínimo para entrega da informação de um ponto de origem a um ponto de destino qualquer. Quando a demanda do sistema supera as expectativas do projeto original, ou quando a taxa de erros físicos aumenta significativamente, ou ainda quando novos componentes são agregados ao sistema ou substituem os originais, essa grandeza pode sofrer alterações. Isso implica na modificação dos padrões de qualidade de serviço oferecidos pelo ambiente;

3.5.1.7 Volume de tráfego cursado e caracterização de tráfego

Algumas vezes, os elementos de uma rede são dimensionados para dar vazão a um certo volume de tráfego por unidade de tempo. Através desse ponto de vista, os nós da rede devem ser dimensionados para suportar esse volume de tráfego cursado, abstraindo os detalhes de capacidade individual de cada componente do nó. Um dos elementos mais importantes para essa forma de visão é a caracterização do volume de tráfego entre os pontos de origem e destino, definindo, conseqüentemente, os elementos da rede que intermediarão essa comunicação;

3.5.1.8 Matriz de interesse de tráfego

É a matriz que concentra as informações de interesse de tráfego entre os diversos pontos de uma rede. Nessa matriz está registrado o comportamento do tráfego cursado entre os diferentes nós terminais da rede (origem/destino), dando uma visão geral da demanda sobre os recursos de transmissão da rede.

3.5.2 Estudo de Serviços

Muitas vezes, a visão do tráfego bruto não é adequada para se tratar problemas mais específicos, uma vez que os diferentes tipos de serviços utilizados em uma rede são os responsáveis pela ocupação dos recursos desta, e, como já mostrado anteriormente, cada tipo serviço exige condições mínimas de funcionamento (requisitos de qualidade). O tráfego é um dos mais importantes aspectos envolvidos na prestação de um serviço em uma rede, porém, não é o único.

Cada serviço é utilizado com diferentes graus de intensidade, o que reflete a demanda sobre cada um deles. Sob esse ponto de vista, se o foco do estudo de desempenho for voltado para os serviços, pode-se querer avaliar formas mais eficientes de utilização dos serviços prestados, otimizando-se os procedimentos envolvidos na prestação de cada serviço. Pode-se, também, estabelecer políticas de utilização (horários, permissões, etc.) para cada um desses serviços.

A análise dos serviços revela também alguns aspectos da demanda sobre os recursos computacionais não diretamente ligados ao escoamento de tráfego. Sistemas de arquivos e de bancos de dados também são exemplos de recursos utilizados pelos serviços. Alguns dos principais alvos do estudo dos serviços de uma rede estão relacionados abaixo.

3.5.2.1 Protocolos Envolvidos

Os protocolos de comunicação e de interoperação dos serviços de uma rede são baseados em regras de cooperação bem definidas. Para cumprirem sua missão, informações extras são adicionadas aos dados dos usuários, a fim de garantir a entrega desses dados ao seu destino, de maneira adequada. À essa informação extra, dá-se o nome de cabeçalho (*header*). A relação entre o montante de dados transmitidos e a parcela desses dados que fazem parte do cabeçalho é conhecida como eficiência do protocolo.

Uma das principais tarefas da gerência de desempenho é garantir uma alta eficiência dos protocolos que suportam os serviços da rede. Além disso, parâmetros de configuração são criados para permitir uma melhor adequação de um protocolo ao serviço que ele está suportando. Portanto, a escolha do protocolo mais adequado para cada serviço deve ser cuidadosamente estudada, fazendo-se os ajustes necessários, o

que permitirá uma maior eficiência do protocolo e, conseqüentemente, um melhor desempenho do sistema.

3.5.2.2 Caracterização de um serviço

A caracterização de um serviço busca levantar, qualitativa e quantitativamente, através do uso de modelos estatísticos, a ocupação dos recursos do ambiente de rede, em relação ao número de usuários desse serviço. Então, de posse das características básicas de um serviço, é possível fazer inferências estatísticas sobre o comportamento do ambiente caso o número de usuários do serviço (demanda) ou a capacidade do sistema se modifiquem.

3.5.2.3 Matriz de Serviços

É a matriz que revela as características de todos os serviços de um ambiente de rede em relação aos seus usuários. Assim como na matriz de interesse de tráfego, na matriz de serviços pode-se ter uma visão do comportamento global da demanda sobre cada serviço.

3.5.2.4 Tempo de resposta

Sabe-se que diferentes serviços utilizam diferentes recursos da rede e podem exigir diferentes requisitos de atraso máximo. Em um ambiente de telecomunicações, o aumento da demanda sobre seus recursos geralmente implica em degradações em seu tempo de resposta, sendo que determinados serviços são mais sensíveis a essas degradações. Assim, torna-se necessário analisar o tempo de resposta de cada serviço presente no ambiente em estudo.

3.5.3 Estudo de Servidores e Equipamentos

Os dispositivos que prestam um determinado serviço são denominados servidores, e, juntamente com as facilidades de transmissão (os meios), representam a capacidade instalada da rede. São basicamente máquinas, chamadas de ativos de rede, que exercem funções específicas. Portanto, devem ser analisadas quanto ao desempenho de suas tarefas. Os principais elementos a serem observados estão relacionados a seguir.

3.5.3.1 CPU (*Central Processor Unit*)

A CPU é o elemento responsável por todo o processamento da máquina, sendo vital para a execução de suas tarefas, devendo ser controlado o grau de utilização da CPU em relação ao tempo. Assim, seu grau de utilização se torna um parâmetro importante, pois CPUs ociosas implicam, geralmente, em desperdício de investimento, enquanto CPUs sobrecarregadas implicam, geralmente, em tempos de resposta altos.

Para o dimensionamento de uma CPU, fazendo com que essa atenda aos requisitos de qualidade desejados, é necessário atribuir uma fração de sua utilização ou uma medida de poder de processamento, MIPS por exemplo, a cada processo, transação ou tarefa realizada por ela. Dessa forma, pode-se inferir seu comportamento diante da alteração da demanda de processamento.

3.5.3.2 Memória

Sendo o elemento onde são armazenados os dados e os aplicativos, é um componente indispensável para o processamento desses, devendo, portanto, ter sua utilização monitorada e controlada. Pode-se destacar dois papéis principais para esse elemento: *buffer* e memória principal.

No caso da memória atuando como *buffer*, é importante monitorar e controlar sua taxa de ocupação e o fenômeno de estouro, responsável por perda de dados. O sistema deve ter seus *buffers* dimensionados para que o problema de estouro seja minimizado.

Atuando como memória principal, além do problema de ocupação, devem ser analisados também os parâmetros de velocidade de acesso e controle de erro. O desempenho dessa memória afetará diretamente o desempenho da CPU. Quanto mais rápido o acesso às informações, menos tempo a CPU espera para realizar sua tarefa.

3.5.3.3 Disco

O sistema de disco tem importância significativa quando a máquina trabalha com grandes quantidades de dados. Ele recebe requisições da CPU e as atende, devolvendo para a memória principal os dados requisitados. Como todo sistema de tratamento de requisições, o sistema de disco possui fila de espera, e a possibilidade

de tratamento simultâneo de requisições. A velocidade de rotação e o diâmetro do disco, o tempo de recuperação de um bloco, um setor, ou um cilindro e a quantidade de buffer de requisições, são parâmetros determinantes no desempenho total do sistema de disco.

3.5.3.4 Portas de Comunicação

As portas de comunicação, em muitas máquinas, podem ser vistas como sistemas independentes, possuindo *buffers*, registradores de deslocamento, codificadores e controladores de fluxo. Podem ainda ser consideradas sistemas de requisição de duas vias; da máquina para o exterior e do exterior para a máquina. As interfaces de rede podem ser classificadas nesse grupo de elementos.

O desempenho desse sistema pode ser influenciado por vários fatores, tais como, o modo como os dados são transmitidos (*simplex*, *half-duplex* ou *full-duplex*), o tamanho dos *buffers*, a taxa de transmissão/recepção, o tempo de atraso introduzido pelo codificador.

Todos os subsistemas de uma máquina ou equipamento podem ser tratados como um sistema independente, podendo-se observar *throughput*, tempo de resposta e demais parâmetros investigáveis pela Teoria de Filas e demais ferramentas. Muitas vezes um subsistema é dependente de outro, tornando o estudo mais complexo[17].

Uma vez comentados os principais conceitos relacionados à gerência de desempenho e planejamento de capacidade, é proposta, no próximo capítulo, uma metodologia que procura, de maneira sistematizada, possibilitar sua implementação.

4 METODOLOGIA PRÓ-ATIVA PARA GERÊNCIA DE DESEMPENHO.

A metodologia proposta tem como base os trabalhos de Monteiro [17] e Carvalho [2], onde são apresentadas duas propostas de metodologias para o gerenciamento de redes corporativas.

O trabalho de Carvalho [2] é bastante genérico, indicando as principais atividades relacionadas à gerência de serviços. No trabalho de Monteiro [17], apesar do Planejamento de Capacidade fazer parte de sua proposta, este não teve sua implementação efetivada, sendo seu trabalho focado na parte pró-ativa da gerência.

Com o objetivo de adaptar e complementar as propostas citadas acima, é apresentada então uma proposta de metodologia para a gerência pró-ativa de redes de computadores, direcionada à análise de desempenho e ao planejamento de capacidade, onde são detalhadas as atividades a serem executadas em cada uma das fases dessa metodologia, sugerindo-se, para cada parâmetro suspeito pela degradação do desempenho, pontos a serem investigados e possíveis atitudes a serem tomadas para a solução do problema.

4.1 Modelo de um Sistema de Comunicação Genérico

Para permitir uma definição clara dessa metodologia, faz-se necessário criar um modelo que represente um ambiente de comunicação sob um ponto de vista mais adequado. Assim, através desse modelo, pode-se abstrair um sistema de comunicação genérico em três grupos de recursos, classificados por sua funcionalidade. A Figura 4.1 ilustra esse modelo [17].

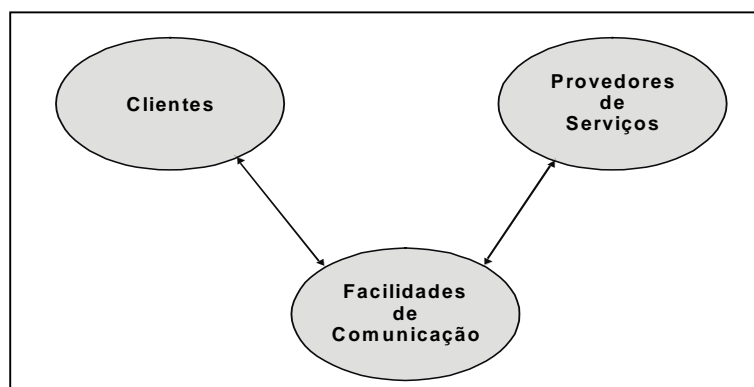


Figura 4.1 - Modelo de um sistema de comunicação genérico.

4.1.1 Clientes

Esse grupo é composto por terminais e/ou estações que fazem uso dos serviços disponíveis na rede. Eles representam, portanto, as fontes de geração de demanda sobre os serviços de rede, refletindo diretamente no grau de utilização dos recursos classificados nos demais grupos funcionais.

Os “Clientes” enxergam apenas as solicitações de serviço emitidas e as respostas recebidas. Apesar de terem como intermediários os recursos do grupo “Facilidades de Comunicação”, se comportam como se possuíssem uma interface direta com o grupo “Provedores de Serviço”, abstraindo-se dos serviços prestados pelo grupo “Facilidades de Comunicação”.

4.1.2 Facilidades de Comunicação

É composto por todos os elementos envolvidos no escoamento e encaminhamento do tráfego na rede. Fazem parte desse grupo desde os meios de comunicação até os equipamentos ativos de rede. Possuem uma posição privilegiada, pois têm uma visão total do tráfego que flui entre os grupos funcionais “Clientes” e “Provedores de Serviço”. Assim, além de fornecer dados de gerência de seus próprios elementos, pode também revelar informações úteis sobre os demais grupos.

Não é comum aqui encontrar os principais elementos geradores de tráfego (exceção feita, principalmente, com relação ao tráfego de controle). Seus elementos têm como principal função o transporte das informações geradas, prestando assim, um serviço fundamental para o sistema. Portanto, esse grupo necessita ser muito bem planejado e submetido a um processo rigoroso de avaliação de desempenho.

A visão privilegiada que o grupo “Facilidades de Comunicação” tem em relação aos outros dois grupos funcionais, sendo o grupo intermediário em toda troca de dados ocorrida, recomenda a sua utilização como ponto de partida no processo de monitoramento de desempenho de todo o sistema.

4.1.3 Provedores de Serviço

São todos os dispositivos responsáveis por fornecer os serviços utilizados pelos “Clientes”. Esses elementos recebem requisições ou chamadas através de seus elementos de acesso a serviços. Observando os parâmetros fornecidos por essas

requisições ou chamadas, efetuam operações e/ou procedimentos, retornando informações aos “Clientes”, que iniciaram o processo. Para cumprir seu papel, esses elementos são dotados de capacidade de processamento e realização de tarefas, sendo, portanto, alvo da gerência de desempenho.

Assim como os clientes, os provedores de serviço também geram tráfego sobre a rede, geralmente em resposta às requisições de seus clientes, sendo também, usuários dos serviços básicos fornecidos pelo grupo “Facilidades de Comunicação”.

4.2 Apresentação da Metodologia de Gerência Pró-ativa

Considerando o modelo funcional descrito acima, é apresentada uma metodologia capaz de dar diretrizes consistentes na análise de desempenho e planejamento de capacidade dos elementos de quaisquer dos três grupos funcionais.

Esta metodologia é composta de quatro fases, organizadas de acordo com as necessidades de aprofundamento da investigação e resolução dos problemas de desempenho[17]. A Figura 4.2 ilustra, por meio de um diagrama de fluxo, as quatro fases da metodologia.

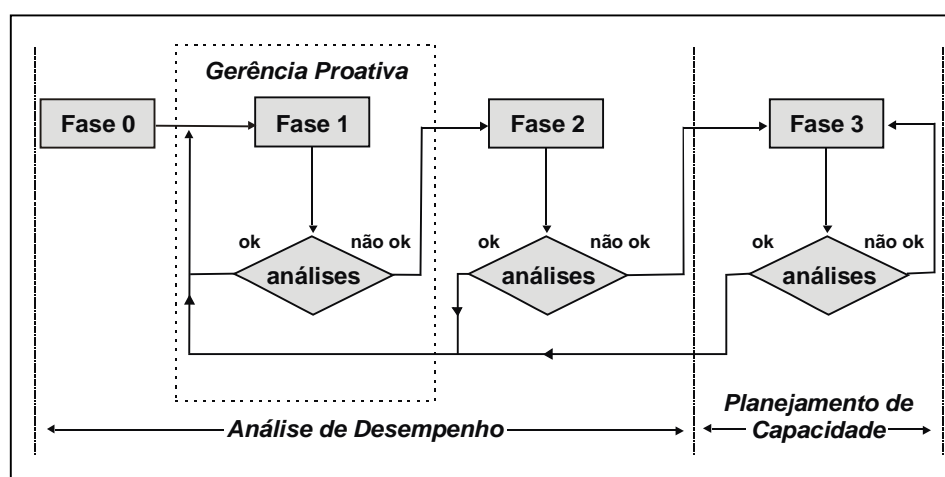


Figura 4.2 - Metodologia para gerência pró-ativa de desempenho.

4.2.1 Fase Zero – Condições Iniciais

Essa etapa tem como objetivo estabelecer as condições iniciais para a aplicação da metodologia, onde serão definidos:

- o grupo funcional no qual será aplicada a metodologia;

- o período adequado para o monitoramento do grupo funcional selecionado;
- os padrões de desempenho e qualidade de serviço a serem utilizados como pontos de controle do desempenho do grupo escolhido.

Alguns pontos importantes devem ser considerados nesta fase:

- Os padrões de desempenho e de qualidade de serviço devem ser escolhidos de acordo com o grupo funcional selecionado para aplicação da metodologia. Eles informarão os limites entre o desempenho aceitável e inaceitável. Vale lembrar que padrões considerados importantes para um grupo funcional podem não ser interessantes para um outro grupo.
- É importante escolher um conjunto mínimo, porém significativo desses padrões, permitindo viabilizar o monitoramento pró-ativo dos elementos do grupo escolhido, provocando o mínimo de impacto da atividade da gerência sobre o sistema.
- É importante também a caracterização precisa do período de monitoramento, para evitar problemas com a manipulação de grandes quantidades de dados, ou então, um conjunto de dados que não reflita a realidade dos indicadores que estão sendo monitorados.
- Também é importante manter uma constância no processo de monitoramento de desempenho. Isso permitirá que os possíveis problemas possam ser percebidos com uma antecedência cada vez maior.
- A escolha dos alvos onde será aplicada a metodologia também deve ser considerada, uma vez que esses elementos (equipamentos ou meios de transmissão) estarão servindo como pontos de coleta de informações.
- Recomenda-se aproveitar a visão privilegiada do grupo “Facilidades de Comunicação” sobre os demais, possibilitando assim monitorar o desempenho geral de todo o sistema com uma única frente de trabalho. Uma vez constatado algum problema de desempenho, aplica-se recursivamente a metodologia ao grupo ou ao elemento suspeito, fazendo com que as possibilidades sejam diminuídas até se alcançar a real fonte de problemas.

Como resultado dessa fase, o gerente terá uma relação dos padrões de qualidade requeridos para o ambiente a ser monitorado, com seus limites de aceitação já definidos, podendo então iniciar a fase de monitoramento pró-ativo, conforme ilustra a Figura 4.3.

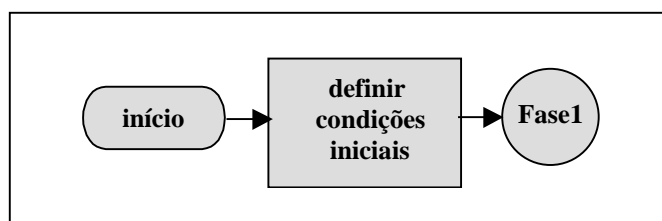


Figura 4.3 - Diagrama de fluxo da Fase Zero.

4.2.2 Fase Um - Monitoramento Pró-ativo

Tomando como base os padrões de desempenho e qualidade de serviço definidos na Fase Zero (Condições Iniciais), nessa fase é implementada a coleta de dados referente ao monitoramento dos indicadores atuais do desempenho do sistema.

Realizada a coleta, deve-se extrair os indicadores de desempenho e, a seguir, compará-los com os padrões escolhidos na Fase Zero. Essa análise poderá resultar em duas situações possíveis: revelar possíveis problemas de desempenho, sugerindo a aplicação da fase seguinte; ou mostrar os indicadores de desempenho dentro dos padrões definidos, sugerindo a permanência nessa fase com a manutenção da coleta pró-ativa dos indicadores, conforme ilustra a Figura 4.4.

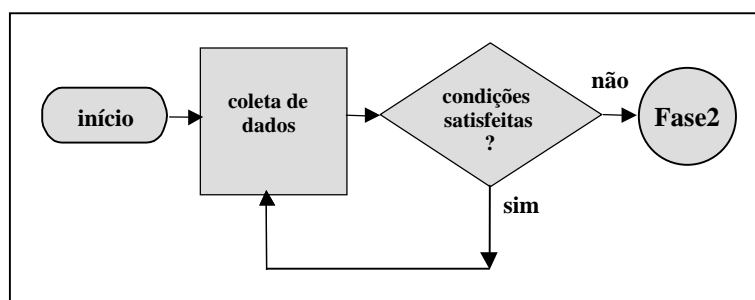


Figura 4.4 - Diagrama de fluxo da Fase Um.

Vale destacar aqui a importância da escolha de ferramentas de coleta adequadas, o que pode facilitar a aquisição e a interpretação dos dados a serem coletados nessa etapa, garantindo assim o aspecto pró-ativo do processo.

O resultado dessa fase possibilitará ao gerente visualizar o comportamento atual do sistema, apontando os indicadores que se encontram degradados e aqueles que estão dentro dos padrões desejados.

Essa fase constitui a porção pró-ativa da metodologia, uma vez que, mesmo não sendo revelado nenhum problema, ela deverá ser repetida com uma frequência adequada, possibilitando a criação e a manutenção de um *baseline* indicativo do comportamento do sistema.

4.2.3 Fase Dois – Análise de Desempenho

Uma vez apontado um indicador degradado, essa fase tem como objetivo investigar os possíveis motivos dessa degradação. Isto se torna possível através da coleta de informações mais específicas, relacionadas a cada indicador de desempenho dado como “mal comportado”.

A escolha desses novos dados dependerá da natureza do grupo de recursos gerenciados e, principalmente, da experiência do gerente que está conduzindo essa atividade. Gerentes mais experientes podem investigar e diagnosticar os problemas de desempenho coletando um menor número de informações adicionais às já coletadas na fase anterior.

Ao término dessa investigação, o gerente deverá ter subsídios suficientes para compreender se o problema de desempenho pode ser solucionado tomando-se uma ou mais das seguintes ações:

- ajustar a configuração de *hardware* ou *software*,
- substituir ou reparar fisicamente equipamentos;
- adicionar capacidade ao sistema.

Nos dois primeiros casos, após a intervenção do gerente, o processo deve voltar para a Fase Um, onde serão avaliados os efeitos das modificações realizadas. No terceiro caso, ficando evidenciado a falta de capacidade, o processo deverá se encaminhar para a próxima fase da metodologia. A Figura 4.5 ilustra o diagrama de fluxo dessa fase.

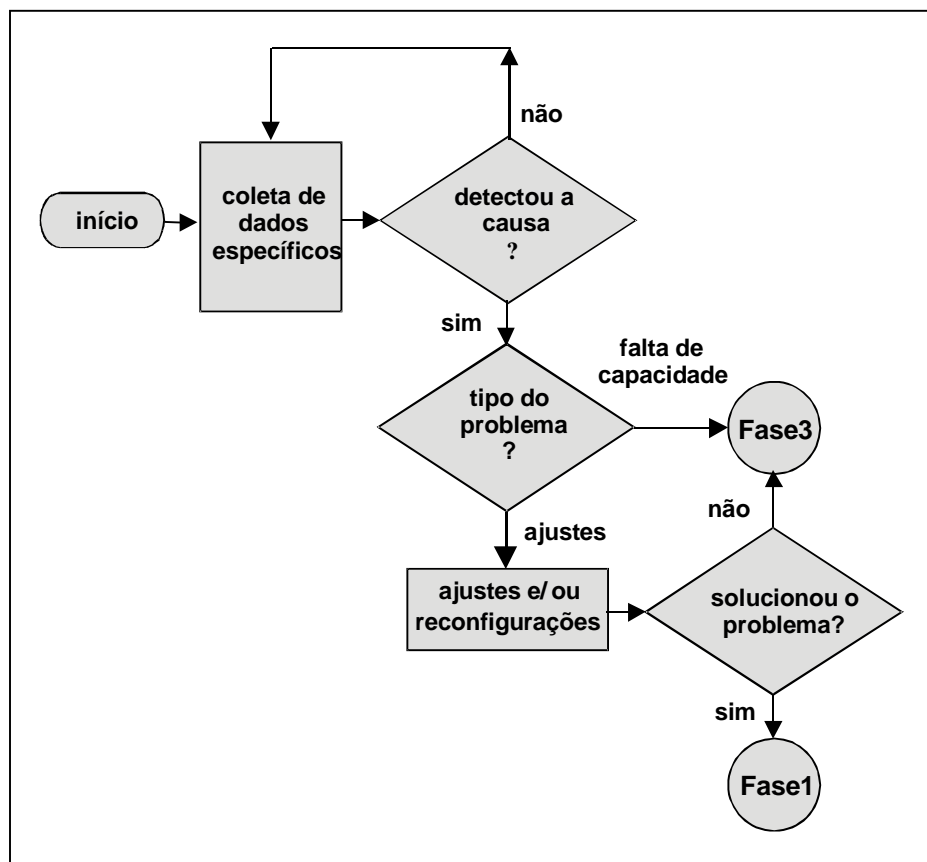


Figura 4.5 - Diagrama de fluxo da Fase Dois.

4.2.4 Fase Três – Planejamento de Capacidade

A Fase Três da metodologia será executada somente quando constatado, através da fase anterior, que o problema de desempenho realmente está relacionado com a falta de capacidade instalada no sistema. Inicia-se, então, o Planejamento de Capacidade, sendo definidos quatro passos a serem seguidos [17][5]:

- Passo 1** Coleta das informações necessárias à caracterização dos eventos a serem estudados;
- Passo 2** Modelagem estocástica dos eventos, incluindo, quando pertinente, seus relacionamentos com os demais objetos relevantes ao estudo.
- Passo 3** Simulação para ajuste do modelo, tantas vezes quanto for necessário para aferir o modelo, garantindo que o mesmo trabalhe dentro de uma faixa de confiabilidade definida;
- Passo 4** Proposição de alterações de capacidade e análise dos resultados das simulações.

Caso os resultados obtidos na análise não sejam satisfatórios, os passos de 1 a 4 devem ser revistos, processando-se essa fase novamente. Se os resultados da simulação forem considerados aplicáveis, deve-se efetivar as alterações de capacidade pretendidas e retornar para a Fase Um, reiniciando a análise pró-ativa. Na Figura 4.6 é ilustrado o diagrama de fluxo da Fase 3.

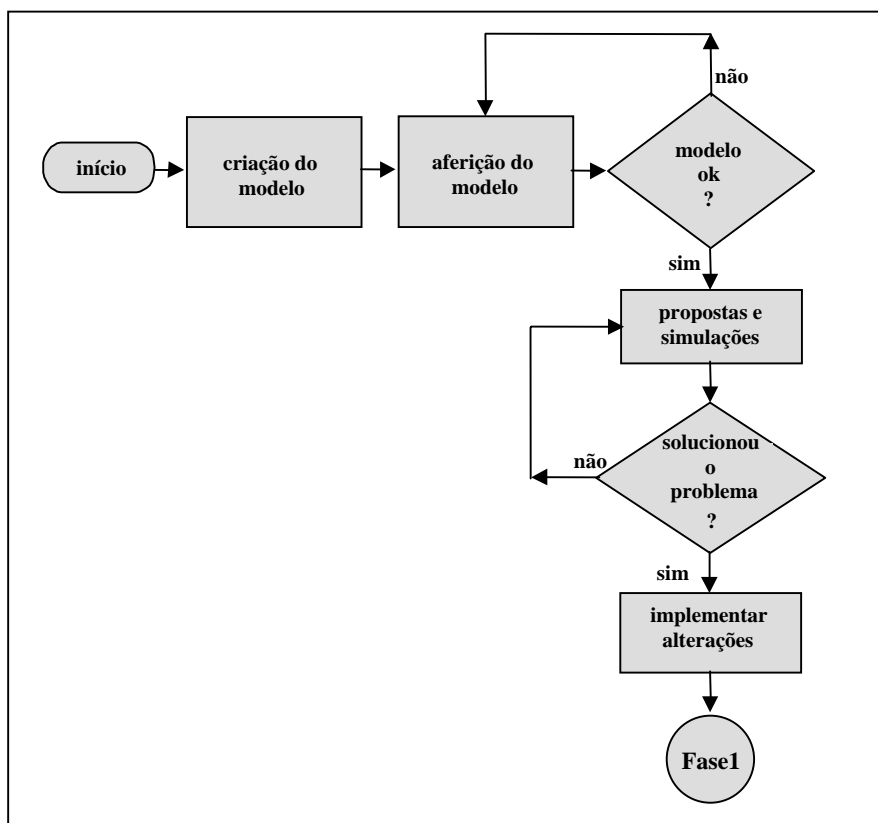


Figura 4.6 - Diagrama de fluxo da Fase Três.

4.3 Especialização da Metodologia para Redes de Computadores.

A metodologia apresentada é bastante genérica, podendo ser aplicada a diferentes sistemas. Com o intuito de especializar essa metodologia a uma rede de computadores, é mostrada uma forma de aplicação dessa metodologia a esse tipo de sistema, destacando-se as características mais importantes de cada fase.

4.3.1 Implementando a Fase Zero – Condições Iniciais

Nesta fase, devem ser definidos o grupo funcional onde será aplicada a metodologia, os indicadores de desempenho utilizados para a análise, além do período e duração do monitoramento.

4.3.1.1 Grupo Funcional para Aplicação da Metodologia

O grupo funcional sugerido para a aplicação da metodologia é o grupo "Facilidades de Comunicação", devido à visão privilegiada que esse grupo possui de todo processo de transação que ocorre na rede. Com os resultados obtidos da aplicação da metodologia nesse grupo, o gerente terá maior facilidade na localização dos possíveis problemas de desempenho, mesmo que esses se encontrem em outro grupo funcional.

Cabe agora ao gerente do processo definir quais elementos, dentro do grupo funcional, serão analisados. Em uma rede local é recomendada a aplicação da metodologia a todos os domínios de colisão, pois estes fazem a ligação entre os clientes neles contidos e os provedores de serviço aos quais eles dão acesso.

Com isso, são encontrados todos os meios de comunicação e ativos de rede que fazem parte de cada plano de colisão, facilitando, portanto, a escolha dos pontos de medição dos indicadores de desempenho que se quer controlar.

4.3.1.2 Lista de Indicadores de Desempenho e Padrões de Qualidade,

O próximo passo do gerente é levantar os indicadores mínimos e necessários à implementação da etapa pró-ativa da metodologia. Os seguintes indicadores são sugeridos, com seus respectivos padrões de qualidade [5] [11] [17].

Tabela 4.1 - Indicadores básicos de desempenho.

Erros físicos	< 10 ⁻⁴ por segundo
Tempo de resposta	< 15 segundos
UTILIZAÇÃO DE BANDA PASSANTE	< 65% em redes sem disputa pelo meio < 20% em redes com disputa pelo meio (redes com acesso aleatório)
Colisões (quando aplicável)	< 15 por segundo
Tempo de circulação do <i>token</i> (quando aplicável)	< 250 milisegundos

Os padrões de qualidade devem ser definidos com bastante cuidado, pois estes indicarão os limites aceitáveis para os indicadores selecionados. Com base nesses limites, a fase pró-ativa da metodologia (Fase Um) indicará se a rede se encontra operando dentro de uma qualidade aceitável ou não.

Como pode ser percebido na Tabela 4.1, nem todos os indicadores podem ser monitorados em todas as tecnologias de rede (passagem de *token* e colisões). Assim, na escolha dos indicadores de qualidade, deve ser levada em consideração a tecnologia de rede, onde outros indicadores podem ser selecionados. Para uma abordagem prática, na Tabela 4.1 foram privilegiados os indicadores típicos das redes *Ethernet* (IEEE 802.3) e *Token Ring* (IEEE 802.5).

4.3.1.3 Frequência de Monitoramento

Para efeitos práticos, recomenda-se usar uma frequência de monitoramento que permita uma boa relação entre a qualidade das amostras e a carga causada sobre a rede.

4.3.1.4 Período ou Duração do Monitoramento

Recomenda-se que o monitoramento dos indicadores seja feito nos períodos mais significativos do funcionamento da rede, sendo geralmente os períodos de expediente ou horários de demanda normal. A coleta de informações somente nos horários de pico não é recomendada, uma vez que levaria a uma super estimativa da demanda, influenciando de maneira errônea as fases seguintes da metodologia.

4.3.2 Implementando a Fase Um - Monitoramento Pró-Ativo

Tendo-se definidos os padrões de qualidade na fase anterior, tem início nesta fase o monitoramento pró-ativo da rede, através da coleta e, posteriormente, a análise das informações relacionadas aos indicados recebidos.

Um fator importante para o sucesso dessa fase é a escolha adequada das ferramentas de coleta a serem usadas. Algumas ferramentas são encontradas livremente na Internet, porém, em muitos casos, elas não permitem a coleta direta dos indicadores desejados, sendo necessário um tratamento estatístico nesses dados antes de sua apresentação. Existem também ferramentas que já disponibilizam os

seus dados no formato adequado para a análise, permitindo a coleta direta dos indicadores, porém, geralmente essas ferramentas têm um custo elevado.

Dando uma importância maior na utilização de ferramentas de uso público, recomenda-se, na implementação dessa fase, o uso de *sniffers* e ferramentas que atendam aos padrões SNMP e RMON, uma vez que elas dominam o parque instalado das ferramentas de baixo custo para gerência de redes e são fáceis de serem encontradas no mercado.

No Anexo A é apresentada uma metodologia que visa possibilitar uma escolha mais adequada da ferramenta a ser usada na gerência. É feito um comparativo entre algumas ferramentas baseadas em SNMP e outras ferramentas de *sniffing*, além da utilização de ferramentas que necessitam licença (ferramentas pagas) e outras encontradas livremente na rede (ferramentas *free*).

Dentre os vários indicadores de qualidade selecionados, a grande maioria pode ser coletada através de ferramentas SNMP ou RMON. Na Tabela 4.2 são mostrados os objetos mais indicados na implementação dessa fase.

Tabela 4.2 - Objetos recomendados na Fase Um.

Erros físicos	<i>ifInError / ifOutError</i>
Utilização de banda passante	<i>ifInOctets / ifOutOctets</i>
Colisões (quando aplicável)	<i>ifCollision</i>
Tempo de circulação do <i>Token</i> (quando aplicável)	<i>ifTokenHolding</i>

O Tempo de Resposta é um indicador difícil de ser monitorado diretamente no grupo "Facilidades de Comunicação" através de ferramentas computacionais. Na aplicação dessa fase da metodologia, nesse grupo funcional, é recomendável a utilização de um *sniffer* que possibilite obter um valor para esse parâmetro. Uma outra solução é coletar os tempos de resposta sob o ponto de vista do grupo Clientes e adequar esse tempo de resposta ao segmento de rede específico na análise.

Tabela 4.3 - Formas de coleta para o indicador Tempo de Resposta.

Tempo de resposta	<i>Sniffer / Cronômetro</i>
-------------------	-----------------------------

Um fato não muito agradável nessa fase é que os dados coletados podem, em muitos casos, fornecer informações que, no modo como se encontram, não possibilitam sua análise, havendo assim a necessidade de um tratamento dos mesmos. Esse tratamento consiste em:

- eliminar dados considerados espúrios, que estejam fora da realidade ou dados que são discrepantes em relação às amostras normais, podendo-se duvidar de sua validade;
- sincronizar dados coletados em diferentes dispositivos, uma vez que não existe um sincronismo de resposta entre eles. Recomenda-se que as informações coletadas sejam registradas juntamente com seu tempo de registro (*timestamp*);
- confeccionar os gráficos necessários. Recomenda-se que os dados coletados sejam consolidados por ferramentas já conhecidas pelo público de informática em geral, tais como o MS-EXCEL, o STAR-OFFICE, entre outros.
- Para cada um dos gráficos confeccionados, é recomendável que se disponibilize também informações como valores mínimo e máximo, média, desvio padrão e coeficiente de variação, que ajudarão na obtenção de leituras mais realistas.

4.3.3 Implementando a Fase Dois – Análise de Desempenho

A Fase Dois só terá início se algum problema de desempenho for detectado na fase anterior. A metodologia, então, sai da fase de monitoramento pró-ativo e passa a fase de monitoramento investigativo.

Assim, para cada possível problema de desempenho detectado, inicia-se uma investigação mais detalhada com relação aos indicadores degradados, a fim de se localizar as causas desse problema.

O monitoramento, então, deve ser direcionado a todos os elementos e eventos suspeitos pela degradação, e os novos dados a serem coletados serão escolhidos de acordo com sua pertinência ao problema apontado pelos indicadores monitorados na fase anterior. A Tabela 4.4 mostra, para cada indicador degradado, os pontos a serem investigados.

Tabela 4.4 - Pontos a serem investigados para indicadores degradados.

Indicadores degradados:	Coletar informações sobre:
Erros físicos: > 10 ⁻⁴	<ul style="list-style-type: none"> • Placas de rede • Cabeamento
Utilização de banda passante: > 65% em redes sem disputa pelo meio > 20% em redes com disputa pelo meio	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Hosts</i> que mais utilizam a rede • Protocolos mais usados • Tamanho dos <i>frames</i> • Nível de <i>broadcast</i> (domínios de <i>broadcast</i>)
Colisões (quando aplicável): > 15 por segundo	<ul style="list-style-type: none"> • Tamanho do segmento de rede (domínio de colisão) • Diferenças de velocidades de acesso ao meio pelas placas
Tempo de resposta: > 15 segundos	<ul style="list-style-type: none"> • Tempo de latência da rede • Tempo de serviço • Tempo de processamento

A seguir, são descritas, de forma sucinta, as atitudes necessárias em cada investigação e as possíveis ações que poderiam solucionar tais problemas.

Indicador degradado:

- Placa de rede:
 - Monitorar os erros físicos em cada interface de rede.
 - Isolar e substituir interfaces que estejam gerando um número excessivo de erros, em relação às demais interfaces.
- Cabeamento:
 - Verificar, manualmente ou através de equipamentos específicos, todos os trechos do cabeamento.
 - Refazer os trechos do cabeamento que estejam provocando os erros.
- *Hosts*
 - Identificar e quantificar os *hosts* que mais geram tráfego para a rede.
 - Estudar novas políticas de utilização da rede, ou ainda, a criação de novos segmentos de rede para esses *hosts*.
- Protocolos
 - Identificar e quantificar os protocolos que mais fazem uso da rede.

- Uma vez identificados, recomenda-se desabilitar protocolos inúteis para a rede.
- Tamanho dos quadros
 - Verificar o tamanho médio dos quadros, além de quantificar e classificar esses quadros quanto aos tamanhos.
 - Alterar, se possível, seus parâmetros de transmissão.
- Nível de *broadcast*
 - Identificar o tamanho dos domínios de *broadcast* e a sua ocorrência.
 - Estudar a criação de novos domínios de *broadcast*.
- Tamanho do segmento de rede
 - Identificar manualmente, ou com ajuda de softwares ou equipamentos específicos, o tamanho e os elementos que constituem cada segmento.
 - Estudar a criação de novos domínios de colisão através da segmentação de camada 2.
- Diferenças de velocidades de acesso ao meio pelas placas
 - Identificar as máquinas que tenham uma diferença de processamento de quadros acentuada, o que reflete na quantidade de acessos ao meio.
 - Reorganizar os domínios de colisão, se possível, de modo que contenham máquinas de mesma capacidade de processamento, possibilitando um acesso mais justo ao meio.
- Tempo de latência da rede
 - Medir o tempo de latência da rede (utilização de CPU + *buffers* dos equipamentos envolvidos).
- Tempo de serviço (grupo "Servidores")
 - Medir o tempo gasto por cada tipo de transação no servidor.
- Tempo de processamento (grupo "Clientes")
 - Medir o tempo de processamento da estação terminal.
 - Comparar o tempo gasto nos três grupos funcionais para identificar o verdadeiro responsável (ou os responsáveis) pela degradação. Se for detectado o grupo "Facilidades de Comunicação", deverão ser coletados dados a respeito da utilização de cada elemento da rede que o compõe.

Assim como na fase de monitoramento pró-ativo (Fase Um), nessa fase é essencial a escolha de ferramentas adequadas para a coleta dos novos dados. Em sua maior parte, esses dados poderão ser coletados através de ferramentas compatíveis com os padrões SNMP ou RMON, ou ainda ferramentas de *sniffing*. As ferramentas e/ou variáveis recomendadas para a coleta desses novos dados são mostradas na Tabela 4.5.

Tabela 4.5 - Ferramentas e/ou variáveis recomendadas para a Fase Dois.

Parâmetros investigados:	Ferramentas e/ou variáveis:
<ul style="list-style-type: none"> • Placas de rede • Cabeamento: • Tamanho do segmento de rede 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Sniffer</i> • Equipamentos de certificação de cabeamento
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Hosts</i> que mais utilizam a rede • Protocolos mais usados • Tamanho dos <i>frames</i> • Nível de <i>broadcast</i> • Diferenças de velocidades de acesso ao meio pelas placas 	<ul style="list-style-type: none"> • RMON2 usando os grupos: <ul style="list-style-type: none"> - HostsTopN - Protocols - Tamanho dos pacotes • <i>Sniffer</i>, gerando informações equivalentes
<ul style="list-style-type: none"> • Tempo de latência da rede • Tempo de serviço • Tempo de processamento 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Software</i> de monitoramento em cada equipamento (os equipamentos devem ser gerenciáveis) • SNMP usando, se necessário, a MIB específica do equipamento • <i>Sniffers</i> especiais ou <i>softwares</i> que permitam a medida de tempos de serviço nos servidores, nas estações clientes e na rede

Assim como na Fase Um da metodologia, faz-se necessário tratar e consolidar os dados obtidos. Novamente, é recomendável o uso de planilhas eletrônicas para esse tratamento, preparando-se as informações e os gráficos que possibilitarão a tomada de decisões por parte do gerente. As informações mais importantes dessa fase são:

- Taxa de erros por segmento de rede;
- Indicadores de qualidade de transmissão por zonas de cabeamento;

- Taxa de erro em cada interface de rede do segmento;
- Matriz de tráfego da rede;
- O volume de tráfego de cada aplicação sobre a rede;
- O tempo de resposta total para cada aplicação;
- Tempo de resposta do servidor de cada aplicação;
- Tempo de processamento de aplicações nos clientes;
- Tempo de latência da rede;
- Descarte de *frames*/células/pacotes nos equipamentos de rede;
- Utilização de memória, disco e CPU nos equipamentos de Rede.

Terminada a fase de coleta e análise dos dados, espera-se ter subsídios suficientes para decidir se o problema de desempenho detectado na Fase Um pertence ao grupo "Facilidades de Comunicação" ou não. Pertencendo a esse grupo funcional, recomenda-se executar as ações pertinentes, mostradas anteriormente, e retornar à Fase Um da metodologia, a qual possibilitará avaliar os efeitos resultantes de tais ações.

Continuando o problema, recomenda-se executar a próxima fase da metodologia (Planejamento de Capacidade), uma vez que o problema está relacionado à falta de capacidade do sistema.

Também é possível que seja detectado como fonte do problema um outro grupo funcional, "Clientes" ou "Servidores". Recomenda-se, nesse caso, a aplicação da metodologia de maneira recursiva ao grupo ou aos elementos do grupo apontado como causador do problema.

Como o foco principal desse trabalho se concentra no grupo "Facilidades de Comunicação", não será detalhado aqui um modelo de aplicação da metodologia para os outros dois grupos funcionais, uma vez que se trata de um outro universo de aplicação.

Este Capítulo finaliza seus objetivos detalhando a Fase Três, que deve ser implementada apenas quando o problema detectado na Fase Dois é, realmente, a falta de capacidade instalada no grupo "Facilidades de Comunicação".

4.3.4 Implementando a Fase Três - Planejamento de Capacidade

Uma vez detectado o problema de desempenho na fase anterior, e este pertencendo ao grupo "Facilidades de Comunicação", inicia-se a implementação da Fase Três. Assim, tem início o Planejamento de Capacidade, onde os elementos de rede que compõem esse grupo serão analisados e trabalhados a fim de suportar o tráfego que é escoado sobre eles.

A tarefa aqui é, portanto, modelar o ambiente em estudo e caracterizar o tráfego atual deste, permitindo um estudo de planejamento de capacidade com a utilização dos recursos da simulação de eventos discretos. Os passos a serem seguidos nessa fase são:

- Escolha do grau de detalhamento para a caracterização de tráfego
 - Decidir sobre os objetivos do estudo de capacidade e a flexibilidade para as inferências desejadas. Esta escolha refletirá o grau de detalhes com que se poderá tomar decisões.
- Levantamento da matriz de tráfego
 - Monitorar a rede levantando os parâmetros necessários à caracterização do tráfego, segundo o grau de detalhamento escolhido.
- Estudo da capacidade instalada
 - Identificar a topologia física e lógica da rede, além das capacidades individuais de cada elemento dessa rede.
- Construção do modelo de simulação
 - Fornecer ao ambiente de simulação os dados caracterizados, onde os dados da capacidade instalada formarão o modelo estrutural e os dados da caracterização de tráfego formarão o modelo transacional.
- Aferição do modelo
 - Uma vez pronto o modelo, executar várias rodadas de simulação, fazendo os ajustes necessários até que o mesmo possa, dentro de uma faixa de segurança, refletir o comportamento do modelo real.
- Proposição de alterações, simulação da proposta e avaliação dos resultados.
 - Uma vez aferido o modelo, o gerente pode testar vários cenários e, para cada novo cenário, analisar seu comportamento em relação ao

problema de capacidade que se deseja solucionar. São sugeridas, na criação desses novos cenários, alterações na topologia da rede, nos parâmetros de tráfego e nas capacidades instaladas.

- Intervenção do gerente para aumento de capacidade
 - Uma vez detectado onde atuar, o gerente deve realizar as alterações necessárias, e voltar à Fase Um da metodologia.

Como se pode observar, essa fase demanda uma caracterização estocástica do tráfego da rede. Recomenda-se aqui, para a coleta dos dados necessários a essa caracterização, o uso de ferramentas compatíveis com o padrão SNMP ou ferramentas de *sniffing*. Grande parte dos *softwares* encontrados no mercado, e na própria Internet, são capazes de gerar *logs* detalhados sobre o tráfego de um segmento de rede. É preferível que esses arquivos sejam de padrão aberto, pois facilitarão seu tratamento por outros *softwares*, se necessário. O ideal é que esses arquivos possam ser fornecidos diretamente ao *software* de simulação, o que nem sempre é possível.

Quanto maior o grau de detalhamento escolhido, maiores serão as exigências na coleta de informações para a caracterização do tráfego.

Para a simulação, recomenda-se a utilização de simuladores especializados, que proporcionam menores esforços na modelagem e na interpretação dos resultados obtidos. Existe no mercado, e até mesmo na Internet, vários desses simuladores, conforme já citado no Capítulo 3 (item 3.4.2.2). Os simuladores especializados, geralmente, já trazem prontos modelos de dispositivos de rede que são facilmente adaptáveis ao modelo real. Em alguns simuladores, principalmente nos de propósito geral, esses modelos deverão ser construídos, aumentando significativamente os esforços empreendidos para a simulação.

Tomando por base os resultados da simulação, o modelo real deve sofrer as modificações necessárias, seja no aumento de capacidade, quanto nas alterações de cargas e topologias da rede. Espera-se, nesse ponto, que uma solução para o problema tenha sido encontrada. O processo, então, retorna à fase de monitoramento pró-ativo da rede (Fase Um), que permitirá constatar essa hipótese.

Apresentada a metodologia, e indicado os procedimentos para sua aplicação em uma rede de computadores, no próximo capítulo é descrito um estudo de caso,

realizado numa rede corporativa real (rede corporativa do INATEL), tendo como objetivo ilustrar a implementação de cada uma das fases da metodologia.

5 ESTUDO DE CASO

Com o intuito de validar a metodologia proposta no Capítulo 4, foi realizado um estudo de caso, tomando-se como elemento de análise a rede corporativa do Instituto Nacional de Telecomunicações - INATEL, cujas principais características são descritas a seguir:

- Tecnologias: IEEE 802.3 (10BaseT e 100BaseT);
- Velocidades: 10 Mbps e 100 Mbps;
- Numero de usuários: 550 estações (528 *desktops* e 22 *notebooks*) - (em setembro/2003);
- Topologia: Estrela estendida;
- Conexão à rede mundial (Internet): 1 Mbps (full-duplex), via modem HDSL.

5.1 Implementando a Metodologia Proposta

Como estudo de caso, decidiu-se verificar a influência da utilização de banda passante dos principais enlaces da rede corporativa do INATEL, em seu desempenho total, haja vista, a percepção de um alto tempo de resposta ocorrido em determinados horários de utilização da rede, principalmente para o acesso a *sites* externos. Foram monitorados os enlaces que interligam os quatro prédios do INATEL, além do enlace que dá acesso à Internet.

Cada um dos prédios possui seu ponto de concentração intermediário (IDF- *Intermediate Distribution Facility*), onde se concentra todo o cabeamento horizontal referente a esse prédio, e conseqüentemente, passa todo o tráfego correspondente. Esses IDFs são conectados, através do cabeamento vertical (*backbone* corporativo), ao ponto de concentração principal (MDF - *Main Distribution Facility*), onde se encontram os servidores corporativos (arquivos, *e-mails*, etc.) e a conexão com a rede mundial (Internet).

A Figura 5.1 ilustra as conexões dos principais enlaces da rede corporativa do INATEL; enlaces estes que farão parte desse estudo de caso, sendo suas principais características descritas na Tabela 5.1, logo a seguir.

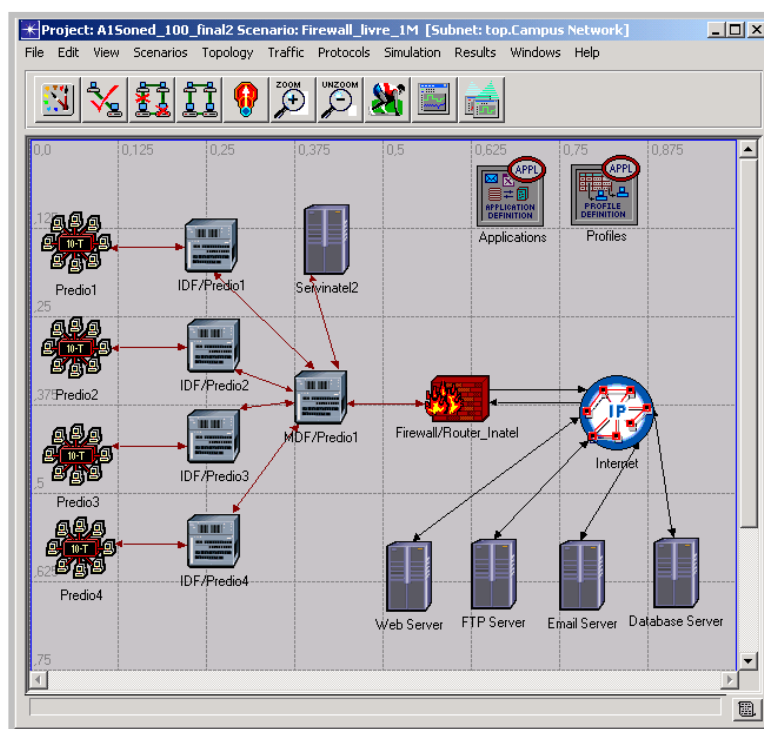


Figura 5.1 - Rede corporativa do INATEL.

Tabela 5.1 - Características dos enlaces.

Identificação do Enlace	Descrição Resumida do Enlace	Taxa de Transmissão	Nº de Estações
MDF - IDF/Prédio1	Enlace entre o <i>switch</i> principal e o <i>switch</i> do prédio 1	100 Mbps	115
MDF - IDF/Prédio2	Enlace entre o <i>switch</i> principal e o <i>switch</i> do prédio 2	100 Mbps	123
MDF - IDF/Prédio3	Enlace entre o <i>switch</i> principal e o <i>switch</i> do prédio 3	100 Mbps	60
MDF - IDF/Prédio4	Enlace entre o <i>switch</i> principal e o <i>switch</i> do prédio 4	100 Mbps	14
MDF - Servinatel2	Enlace entre o <i>switch</i> principal e o servidor principal do INATEL	100 Mbps	1
INATEL – Impsat	Enlace entre o <i>switch</i> principal e a rede mundial (Internet)	1 MBPS (in) 1 Mbps (out)	---

5.1.1 Fase Zero - Condições Iniciais

Deve-se aqui estabelecer as condições iniciais para a análise, tomando-se como base o estudo que se deseja realizar. Como já descrito anteriormente (item 5.1), o estudo foi focado na utilização de banda passante dos enlaces. Assim, as condições iniciais para a implementação da parte pró-ativa da metodologia são:

- Grupo Funcional: Facilidades de Comunicação

O grupo funcional onde foi aplicada a metodologia é o grupo Facilidades de Comunicação, devido a sua visão privilegiada em relação às transações que ocorrem na rede. Além disso, de acordo com os resultados obtidos, será mais fácil detectar possíveis problemas de desempenho que venham a ser causados por quaisquer dos outros dois grupos funcionais.

- Indicadores de Desempenho: utilização da banda passante.

Dentre os diversos indicadores de desempenho associados ao grupo Facilidades de Comunicação, em função do trabalho proposto, apenas o indicador utilização de banda passante foi selecionado.

Tomando-se como base as obras de Jain [11], Monteiro [17] e Drago[5], um padrão de qualidade aceitável para esse indicador será definido em:

- menor que 65% em redes sem disputa por meio físico;
- menor que 20% em redes com disputa por meio físico.

- Período Adequado de Monitoramento

Apesar do expediente normal do INATEL ocorrer entre o horário de 08:00 e 17:30 horas, várias outras atividades são desenvolvidas fora desse intervalo, atividades essas que fazem uso da rede corporativa. Assim, decidiu-se por monitorar a rede durante as 24 horas do dia, num período de três meses, o que permitiu a criação de um *baseline* que representasse com alta confiabilidade o comportamento da mesma.

5.1.2 Fase Um - Monitoramento Pró-ativo

Em função do estudo desejado, utilização de banda passante, e da análise de algumas ferramentas disponíveis, que possibilitam a coleta de informações referentes ao indicador escolhido, optou-se pelo uso de uma ferramenta baseada no padrão SNMP, sendo necessário coletar as seguintes variáveis:

- *ifInOctets* : número de octetos de entrada;
- *ifOutOctets* : número de octetos de saída.

Tomando-se por base a análise realizada em algumas ferramentas de gerência disponíveis, descrita no Anexo A (Análise e Aplicação de Ferramentas de Gerência), decidiu-se, para a coleta dos dados, o uso do *software* MRTG.

O próximo passo foi selecionar os dispositivos da rede corporativa onde os dados seriam coletados, sendo definidos para o monitoramento os seguintes elementos:

- Roteador (Cisco 2509): porta serial 0 - conexão com a Internet;
- *Switch* Principal (3COM 3300): porta 21 - conexão com o prédio 4;
- *Switch* Principal (3COM 3300): porta 22 - conexão com o prédio 3;
- *Switch* Principal (3COM 3300): porta 23 - conexão com o prédio 2;
- *Switch* Principal (3COM 3300): porta 1 - conexão com o servidor;

No instante em que se inicia a fase de coleta de dados, já se tem definido o intervalo de monitoramento e o período, ou duração desse monitoramento (uma das condições resultantes da Fase Zero da metodologia – Condições Iniciais).

A fim de verificar a influência nos resultados do tratamento estatístico dos dados coletados para diferentes intervalos de coleta, foi feita a análise para uma amostra desses dados, coletados durante 24 horas, para os intervalos de coleta de 5 minutos, que é o tempo de *polling* padrão do MRTG, e de 30 minutos, sendo geradas as seguintes estatísticas: distribuição de frequência, distribuição de frequência relativa, distribuição de frequência_cumulativa e distribuição de frequência cumulativa relativa.

Foi possível observar que, apesar das diferenças numéricas, o comportamento das diferentes distribuições para os intervalos de coleta de 5 minutos e de 30 minutos foi bastante semelhante. O mesmo comparativo foi feito variando-se também o número de classes para essas distribuições, sendo os resultados obtidos bastante idênticos. Nas figuras a seguir são mostrados alguns dos resultados dessa análise, onde o eixo horizontal indica as classes nas quais as amostras foram divididas e o eixo vertical indica o número de eventos em cada classe.

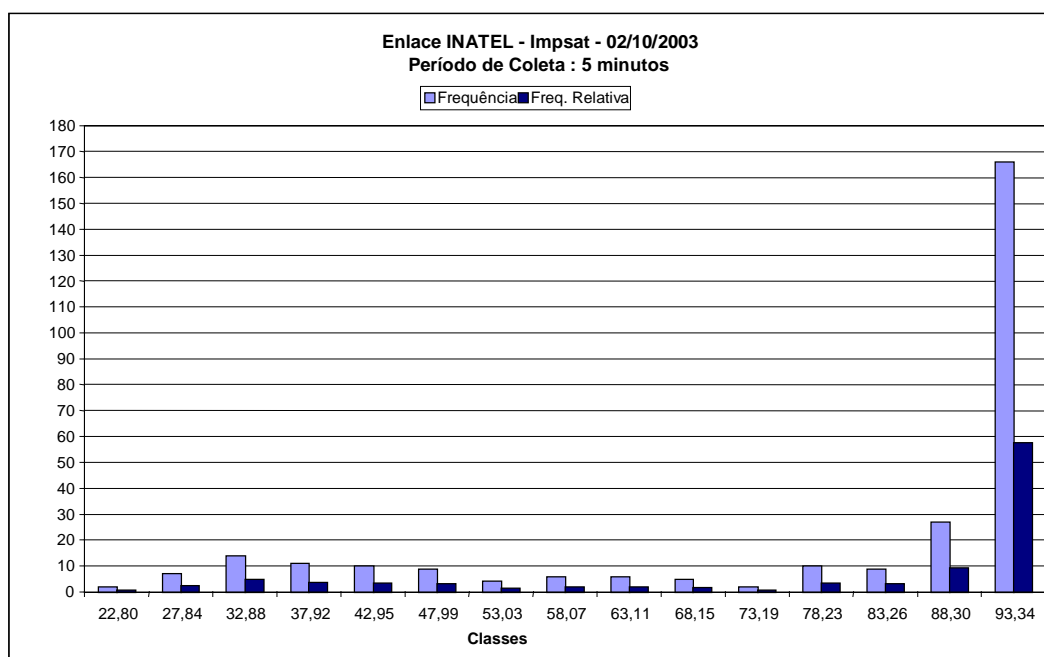


Figura 5.2 - Distribuições de Freq. e Freq. Relativa - período de coleta: 5 minutos.

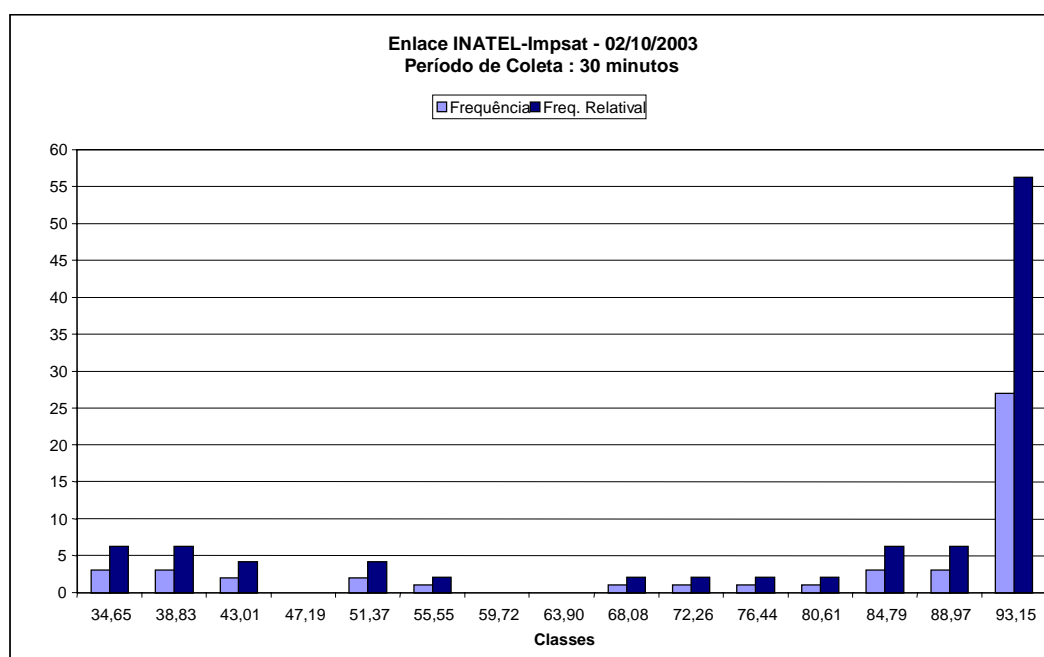


Figura 5.3 - Distribuições de Freq. e Freq. Relativa - período de coleta: 30 minutos.

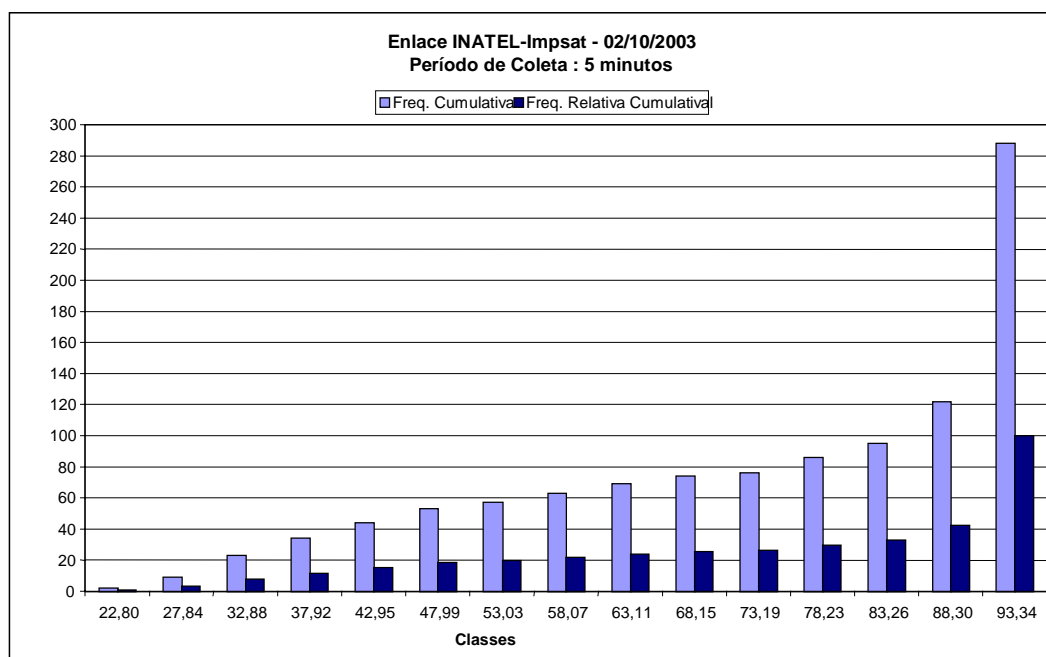


Figura 5.4 - Freq. Cumulativa e Freq. Cum. Relativa - período de coleta: 5 minutos.

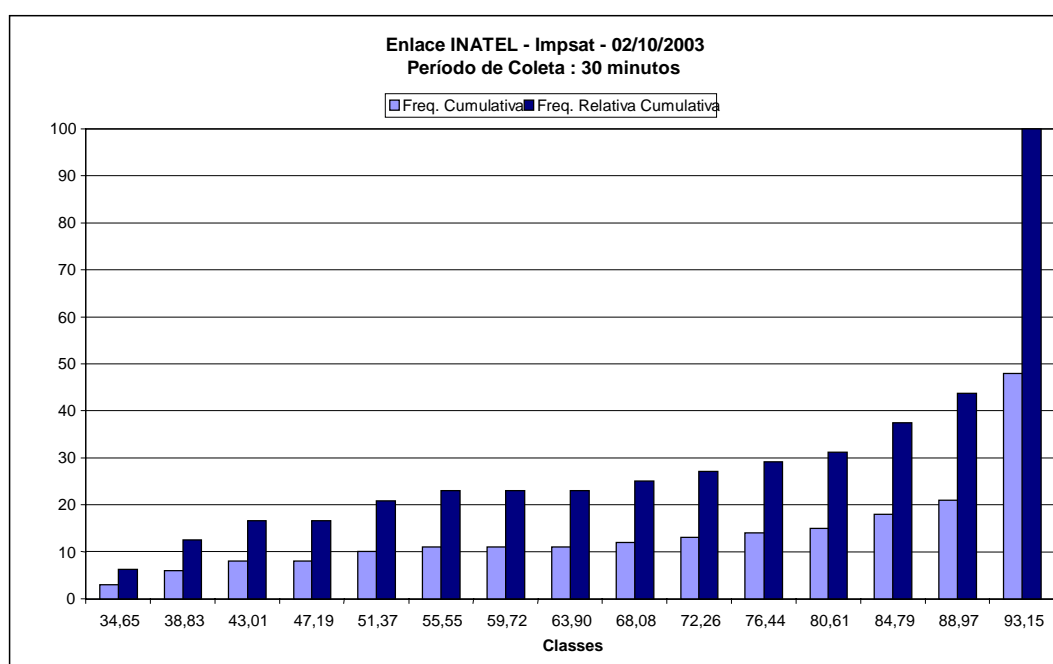


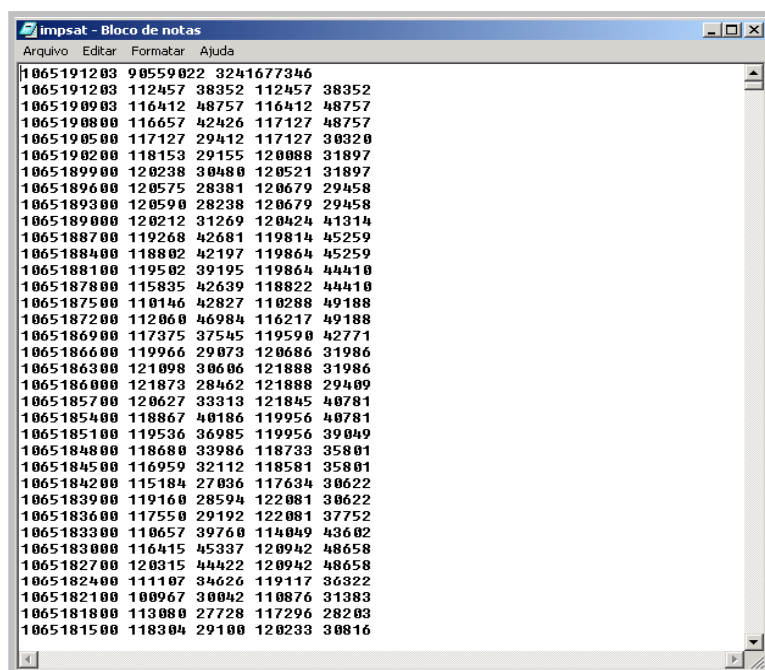
Figura 5.5 - Freq. Cumulativa e Freq. Cum. Relativa - período de coleta: 30 minutos.

Sendo assim, decidiu-se por fazer o monitoramento dos enlaces durante três meses ininterruptamente, iniciando-se em 31/03/2003 e finalizando-se em 29/06/2003. Nessa coleta, utilizou-se o tempo de *polling* padrão do MRTG, que é de

5 minutos, porém todo o tratamento estatístico realizado, levou em consideração o intervalo de coleta de 30 minutos, o que possibilitou reduzir consideravelmente o número de amostras a serem tratadas (de 288 para 47 amostras em cada dia de coleta).

Iniciou-se então a fase de coleta de dados. Ativando-se o MRTG em uma estação de trabalho, este se encarregou de gerar os arquivos de *log* necessários, para cada um dos enlaces monitorados, além de apresentar, em tempo “quase” real, informações referentes à utilização desses enlaces.

As Figuras 5.6 e 5.7, a seguir, ilustram exemplos dos resultados fornecidos pelo software MRTG. Na Figura 5.7 pode-se observar como os resultados são disponibilizados via WEB, enquanto a Figura 5.6 ilustra o arquivo de *log*, disponibilizado em formato texto.



```
impsat - Bloco de notas
Arquivo Editar Formatar Ajuda
1065191203 90559022 3241677346
1065191203 112457 38352 112457 38352
1065190903 116412 48757 116412 48757
1065190800 116657 42426 117127 48757
1065190500 117127 29412 117127 30320
1065190200 118153 29155 120088 31897
1065189900 120238 30480 120521 31897
1065189600 120575 28381 120679 29458
1065189300 120590 28238 120679 29458
1065189000 120212 31269 120424 41314
1065188700 119268 42681 119814 45259
1065188400 118802 42197 119864 45259
1065188100 119502 39195 119864 44410
1065187800 115835 42639 118822 44410
1065187500 110146 42827 110288 49188
1065187200 112060 46984 116217 49188
1065186900 117375 37545 119590 42771
1065186600 119966 29073 120686 31986
1065186300 121098 30606 121888 31986
1065186000 121873 28462 121888 29409
1065185700 120627 33313 121845 40781
1065185400 118867 40186 119956 40781
1065185100 119536 36985 119956 39049
1065184800 118680 33986 118733 35801
1065184500 116959 32112 118581 35801
1065184200 115184 27036 117634 30622
1065183900 119160 28594 122081 30622
1065183600 117550 29192 122081 37752
1065183300 110657 39760 114049 43602
1065183000 116415 45337 120942 48658
1065182700 120315 44422 120942 48658
1065182400 111107 34626 119117 36322
1065182100 100967 30042 110876 31383
1065181800 113080 27728 117296 28203
1065181500 118304 29100 120233 30816
```

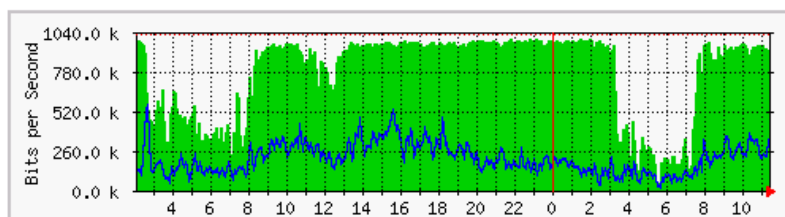
Figura 5.6 - Resultado fornecido pelo arquivo de *log* do MRTG.

Análise de tráfego Inatel <-> Impsat

System: Link Inatel <-> Impsat
 Maintainer: Seção de Redes e Internet
 Description: Serial
 Max Speed: 1 Mbps
 Ip: 200.186.136.129

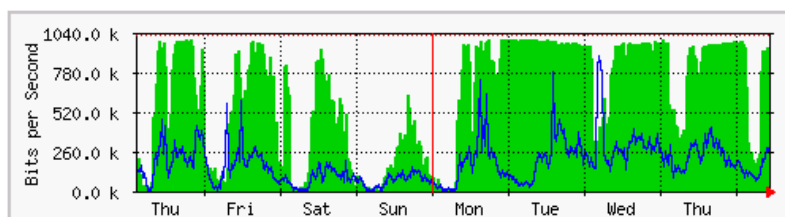
Última atualização das estatísticas: **Sexta, 3 de Outubro de 2003 às 11:26**,
 nesta hora 'gw-impstat.inatel.br' estava online por **30 days, 20:48:18**.

Gráfico 'Diário' (5 minutos - média)



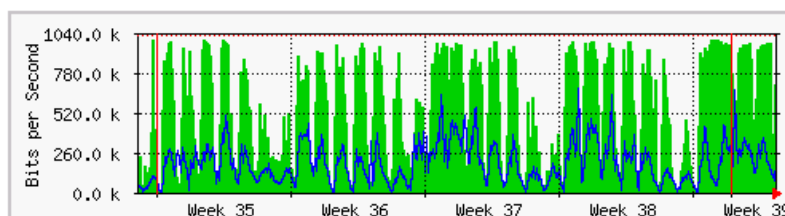
Máx Ent:1002.7 kb/s (97.9%) Média Ent:769.6 kb/s (75.2%) Atual Ent:910.5 kb/s (88.9%)
 Máx Sai:570.9 kb/s (55.8%) Média Sai:216.0 kb/s (21.1%) Atual Sai:335.4 kb/s (32.8%)

Gráfico 'Semanal' (30 minutos - média)



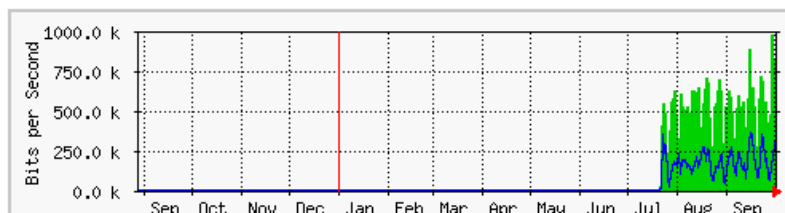
Máx Ent:1007.0 kb/s (98.3%) Média Ent:626.8 kb/s (61.2%) Atual Ent:928.6 kb/s (90.7%)
 Máx Sai:885.9 kb/s (86.5%) Média Sai:187.0 kb/s (18.3%) Atual Sai:306.2 kb/s (29.9%)

Gráfico 'Mensal' (2 horas - média)



Máx Ent:1006.1 kb/s (98.3%) Média Ent:541.2 kb/s (52.9%) Atual Ent:710.2 kb/s (69.4%)
 Máx Sai:681.1 kb/s (66.5%) Média Sai:198.3 kb/s (19.4%) Atual Sai:192.7 kb/s (18.8%)

Gráfico 'Anual' (1 dia - média)



Máx Ent:987.9 kb/s (96.5%) Média Ent:504.2 kb/s (49.2%) Atual Ent:827.7 kb/s (80.8%)
 Máx Sai:365.8 kb/s (35.7%) Média Sai:184.6 kb/s (18.0%) Atual Sai:252.5 kb/s (24.7%)

VERDE ### Tráfego de Entrada em Bits por segundo
AZUL ### Tráfego de Saída em Bits por segundo

Figura 5.7 - Resultado fornecido pelo MRTG diretamente via WEB.

Como se percebe, os valores fornecidos para visualização (Figura 5.7) são bastante satisfatórios, possibilitando ao administrador da rede uma visão bastante privilegiada com relação à utilização real do enlace; porém, os dados fornecidos para análise posterior (Figura 5.6), são de difícil interpretação direta, havendo assim a necessidade de um tratamento prévio dos mesmos, para que se possa obter informações úteis para o gerenciamento da rede, e que sejam de fácil entendimento.

Para o tratamento prévio dos dados gerados pela coleta, os arquivos de *log*, foi escolhida a planilha Microsoft® Excel, porém, vale ressaltar que esse tratamento pode ser feito por qualquer outra planilha apropriada.

A Figura 5.8 apresenta, como exemplo, o tratamento inicial realizado nos dados coletados pelo MRTG através de seu arquivo de *log*, que fornece em suas cinco colunas, respectivamente, um *timestamp*, os valores médio e de pico para o tráfego de entrada (*IN*), e os valores médio e de pico para o tráfego de saída (*OUT*) no dispositivo monitorado, em cada período de coleta, sendo esses valores dados em bytes/s.

timestamp	hora de coleta	bytes/s IN média	bytes/s OUT média	bytes/s IN pico	bytes/s OUT pico
1065150000	3/10/03 0:00	123654	23685	123766	24594
1065149700	2/10/03 23:55	123835	20218	124624	21895
1065149400	2/10/03 23:50	123709	19454	124624	24457
1065149100	2/10/03 23:45	120995	26390	121909	30200
1065148800	2/10/03 23:40	119817	28602	121044	30200
1065148500	2/10/03 23:35	120265	27412	121044	31266
1065148200	2/10/03 23:30	120768	25947	124783	31266
1065147900	2/10/03 23:25	124366	17405	124783	21807
1065147600	2/10/03 23:20	123528	22438	123546	23683
1065147300	2/10/03 23:15	124191	20023	125564	23683
1065147000	2/10/03 23:10	125334	13069	125564	13631
1065146700	2/10/03 23:05	123368	18486	124883	28053
1065146400	2/10/03 23:00	121461	26216	123643	28053
1065146100	2/10/03 22:55	124068	19922	124906	22597
1065145800	2/10/03 22:50	125006	15656	125204	17631
1065145500	2/10/03 22:45	123155	22438	125204	31911
1065145200	2/10/03 22:40	121317	26293	125647	31911
1065144900	2/10/03 22:35	124388	18232	125647	24157
1065144600	2/10/03 22:30	123277	19613	125972	24157
1065144300	2/10/03 22:25	122796	21612	125972	43191
1065144000	2/10/03 22:20	118886	35572	123511	43191
1065143700	2/10/03 22:15	123686	19794	124033	20562
1065143400	2/10/03 22:10	123963	19592	124033	22178
1065143100	2/10/03 22:05	123174	20939	123828	22178
1065142800	2/10/03 22:00	121887	21858	121887	28476
1065142500	2/10/03 21:55	123001	25525	125198	28476
1065142200	2/10/03 21:50	125092	19328	125198	19713
1065141900	2/10/03 21:45	123648	20563	124886	24467
1065141600	2/10/03 21:40	121595	24318	122354	24467

Figura 5.8 - Tratamento inicial dos dados.

Pode-se perceber a inclusão de uma nova coluna de dados, indicando os horários relativos aos intervalos de coleta. Esses tempos são calculados a partir do valor do *timestamp*, que tem como referência a data de 1º de Janeiro de 1970 (GMT). Esse *timestamp* pode ser convertido diretamente para o tempo atual através do Microsoft® Excel usando a seguinte função [18]:

- $= (A6 - 10800) / 86400 + \text{DATA}(1970; 1; 1)$

Nesse ponto, deve ser feita uma análise dos dados tratados inicialmente, a fim de se verificar a existência de dados que podem ser desconsiderados; os chamados dados espúrios. Em função do estudo proposto, foram desconsiderados os dados relativos às colunas *BYTES/S IN PICO* e *BYTES/S OUT PICO*, pois o que se deseja no estudo é obter informações referentes ao comportamento médio de cada enlace. Como já citado anteriormente (item 4.3.2), a análise dos dados levando-se em consideração os valores de pico, pode mostrar um comportamento que não reflita a realidade.

Além disso, como justificado anteriormente, foram considerados apenas os dados referentes ao intervalo de coleta de 30 minutos, apesar dos arquivos iniciais conterem todos os dados obtidos no período de coleta de 5 minutos. Ainda, para fins de tratamento e análise dos dados, considerou-se como período de coleta o intervalo de 08:00 até 21:30 horas, que é o período normal de aulas do INATEL, onde a rede deveria estar atendendo de maneira adequada seus usuários.

Em razão do estudo proposto, utilização de banda passante, foi calculada para cada sentido do tráfego (*IN* e *OUT*), em cada interface monitorada, para cada dia de monitoramento, a utilização percentual do enlace. Esses cálculos foram realizados diretamente pelo Microsoft® Excel através das seguintes funções:

- $= (C6 * 8 / 2^{20}) * 100$ - para os enlaces de 1 Mbps;
- $= (C6 * 8 / (100 * 2^{20})) * 100$ - para os enlaces de 100 Mbps.

A Figura 5.9 ilustra um exemplo da planilha resultante após a eliminação dos dados considerados espúrios e os respectivos cálculos de utilização. Nessa planilha, são mostrados os valores de utilização média em cada sentido do enlace, a cada intervalo de coleta. Nota-se, portanto, que os dados estão prontos para os tratamentos estatísticos que se fizerem necessários.

timestamp	hora de coleta	média bytes/s IN	média bytes/s OUT	% in	% out
1056933000	29/6/03 21:30	47467	20304	36,21	15,49
1056931200	29/6/03 21:00	50643	57435	36,64	43,82
1056929400	29/6/03 20:30	56339	30961	42,96	23,62
1056927600	29/6/03 20:00	47442	24037	36,19	18,34
1056925800	29/6/03 19:30	43599	13286	33,26	10,14
1056924000	29/6/03 19:00	47287	12611	36,08	9,62
1056922200	29/6/03 18:30	47527	22679	36,26	17,30
1056920400	29/6/03 18:00	46700	16614	35,63	12,68
1056918600	29/6/03 17:30	74238	15823	56,64	12,07
1056916800	29/6/03 17:00	124761	19131	95,19	14,60
1056915000	29/6/03 16:30	103396	16679	78,85	12,73
1056913200	29/6/03 16:00	66216	14086	50,52	10,75
1056911400	29/6/03 15:30	61966	12167	47,28	9,26
1056909600	29/6/03 15:00	47983	13930	36,61	10,63
1056907800	29/6/03 14:30	38900	11926	29,68	9,10
1056906000	29/6/03 14:00	29908	12713	22,82	9,70
1056904200	29/6/03 13:30	21624	12586	16,50	9,60
1056902400	29/6/03 13:00	28414	11928	21,68	9,10
1056900600	29/6/03 12:30	18641	11324	14,22	8,64
1056898800	29/6/03 12:00	22194	15575	16,93	11,88
1056897000	29/6/03 11:30	19578	13440	14,94	10,25
1056895200	29/6/03 11:00	13014	8100	9,93	6,18
1056893400	29/6/03 10:30	16638	11093	12,69	8,46
1056891600	29/6/03 10:00	11015	8005	8,40	6,11
1056889800	29/6/03 9:30	12730	7760	9,71	5,92
1056888000	29/6/03 9:00	12603	8131	9,62	6,20
1056886200	29/6/03 8:30	8661	6844	6,61	5,22

Figura 5.9 - Planilha resultante da eliminação dos dados espúrios.

Para uma melhor análise das informações coletadas e, conseqüentemente, a obtenção de resultados consistentes para tal análise, foram calculadas para cada planilha de dados, as seguintes estatísticas:

- Média - que fornece a utilização média do enlace no período de coleta;
- Desvio Padrão - indicando o grau de dispersão dos valores em relação ao valor médio;
- Coeficiente de Variação - que indica quão grande é a variação dos valores coletados em relação ao valor médio. Para a medida de tráfego, o coeficiente de variação com valor baixo indica uma utilização constante e com valor igual ao da média; já um coeficiente de variação com valor alto indica um tráfego mal distribuído durante o período de análise, característico de um tráfego em rajadas.

A Figura 5.10 ilustra um exemplo da planilha resultante após os cálculos estatísticos realizados.

timestamp	média bytes/s in	média bytes/s out	% in	% out
1056933000	47467	20304	36,21	15,49
1056931200	50643	57435	38,64	43,82
1056929400	56339	30961	42,98	23,62
1056927600	47442	24037	36,19	18,34
1056925800	43699	13288	33,26	10,14
1056924000	47287	12611	36,08	9,62
1056922200	47527	22679	36,26	17,30
1056920400	46700	16614	35,63	12,68
1056918600	74238	15823	56,64	12,07
1056916800	124761	19131	95,19	14,60
1056915000	103356	16679	78,85	12,73
1056913200	66216	14086	50,52	10,75
1056911400	61966	12167	47,28	9,28
1056909600	47983	13930	36,61	10,63
1056907800	38900	11926	29,68	9,10
1056906000	29908	12713	22,82	9,70
1056904200	21624	12586	16,50	9,60
1056902400	28414	11928	21,68	9,10
1056890600	18641	11324	14,22	8,64
1056889800	22194	15575	16,93	11,88
1056889000	19578	13440	14,94	10,25
1056888200	13014	8100	9,93	6,18
1056887400	16638	11093	12,69	8,46
1056886600	11015	6005	8,40	6,11
1056885800	12730	7760	9,71	5,92
1056885000	12603	8131	9,62	6,20
1056884200	8661	6844	6,61	5,22

	MÉDIA	DP	CV
IN	31,63	21,45501	67,82668
OUT	12,13	7,583111	62,53072

Figura 5.10 - Planilha resultante após tratamento estatístico dos dados.

De posse dessa planilha, com o intuito de facilitar a visualização dos resultados, deve-se gerar os gráficos referentes á utilização diária do enlace e suas respectivas estatísticas, visualizados nas Figuras 5.11 e 5.12, a seguir.

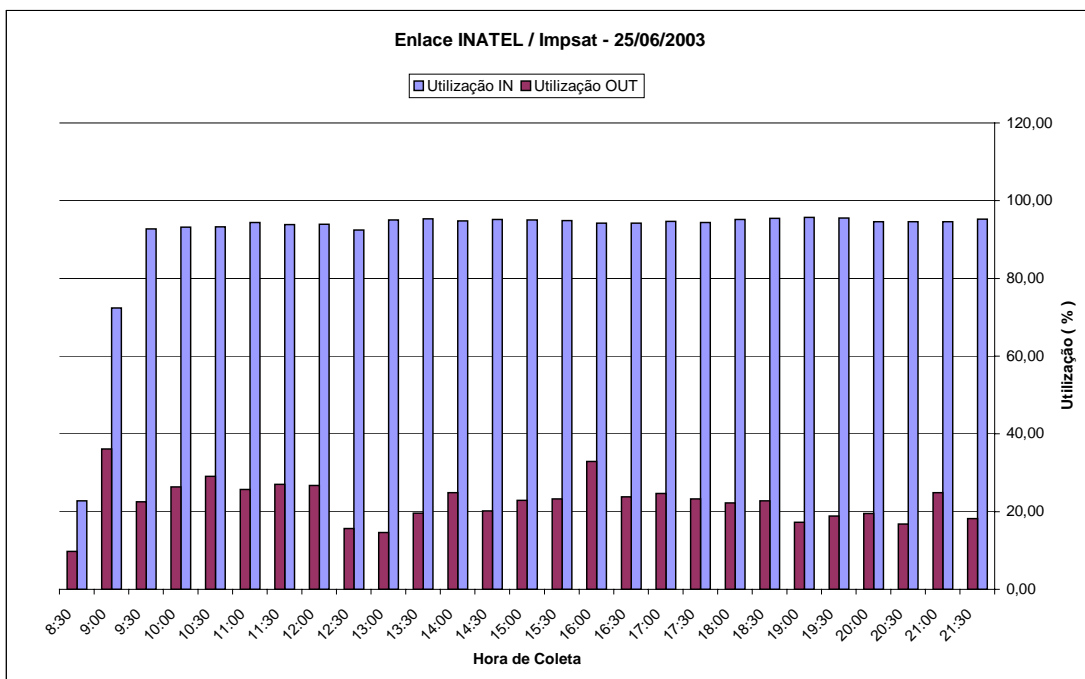


Figura 5.11 - Utilização do enlace INATEL/Impsat em 25/06/2003.

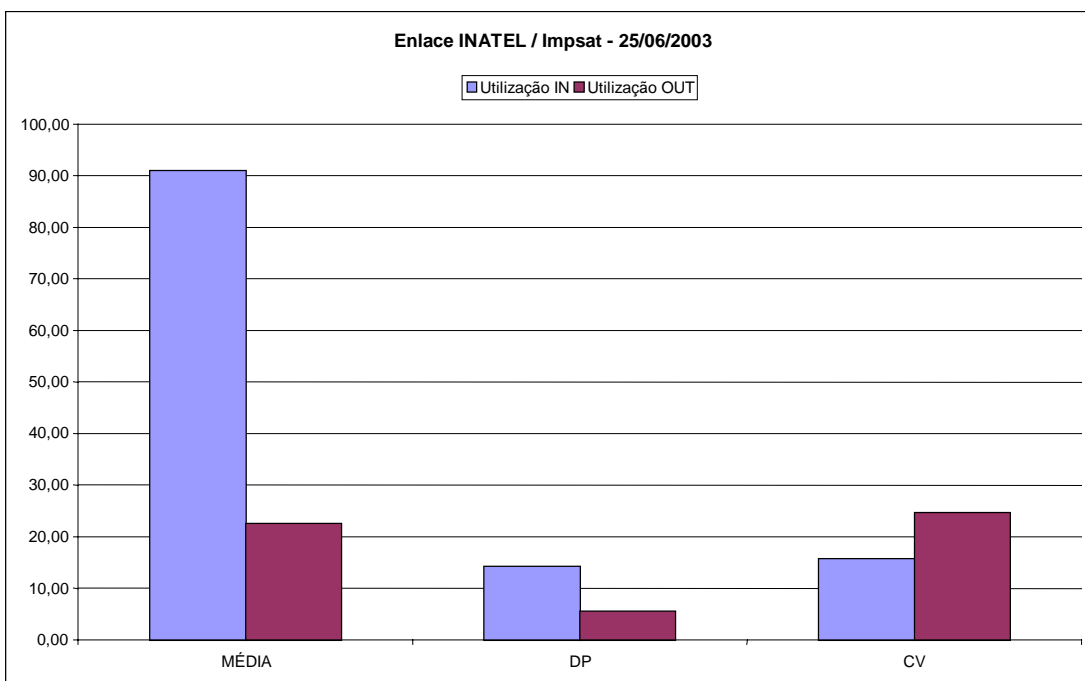


Figura 5.12 - Estatísticas da utilização do enlace INATEL/Impsat em 25/06/2003.

O mesmo procedimento foi realizado para cada dia dentro do período de análise, para cada um dos enlaces envolvidos no estudo, o que permitiu gerar as seguintes informações e seus respectivos gráficos:

- Utilização Diária - bytes/s;
- Utilização Diária - porcentagem (%);
- Estatísticas Diárias - Média, Desvio Padrão e Coeficiente de Variação;
- Utilização Semanal - bytes/s;
- Utilização Semanal - porcentagem (%);
- Estatísticas Semanais - Média, Desvio Padrão e Coeficiente de Variação;
- Utilização Mensal - bytes/s;
- Utilização Mensal - porcentagem (%);
- Estatísticas Mensais - Média, Desvio Padrão e Coeficiente de Variação;

Ao final do monitoramento e, conseqüentemente, do tratamento dos dados, foi possível montar um *baseline*, contendo informações diárias (91 dias), semanais (13 semanas) e mensais (3 meses), relativas à utilização de cada um dos enlaces monitorados.

A seguir, nas Figuras 5.13 a 5.18, são apresentadas, como exemplo, algumas das estatísticas geradas, mostrando os principais resultados obtidos, e que servirão de subsídios para a análise da utilização de cada um dos enlaces, que é o foco da Fase Dois da Metodologia (Monitoramento Pró-Ativo). Essas figuras ilustram as estatísticas geradas para dois dos enlaces monitorados, os enlaces INATEL-Impsat e MDF/Servinatel2, no período de um mês apenas (02/06 a 29/06).

Todas as estatísticas, referentes a cada um dos enlaces monitorados, durante todo o período de monitoramento (31/03 a 29/06), podem se visualizadas no Anexo B deste trabalho.

Enlace INATEL - Impsat Entrada				Enlace INATEL - Impsat Saída			
Data	Média	DP	CV	Data	Média	DP	CV
02/jun	75,9101	18,7562	24,7084	02/jun	22,172	6,54862	29,5356
03/jun	76,3283	16,8161	22,0313	03/jun	24,6249	9,81503	39,8582
04/jun	83,5129	15,7463	18,8549	04/jun	23,5667	7,39912	31,3965
05/jun	87,7131	9,06383	10,3335	05/jun	23,7971	6,37789	26,8011
06/jun	76,8141	16,648	21,6731	06/jun	26,5894	10,9716	41,2632
07/jun	50,8029	25,1113	49,4289	07/jun	32,522	13,3763	41,1298
08/jun	19,96	21,3532	107,003	08/jun	22,8396	15,6061	68,329
09/jun	79,7256	14,4568	18,1332	09/jun	25,3276	9,87641	38,9946
10/jun	78,5736	17,6934	22,5182	10/jun	30,4592	9,07063	29,7796
11/jun	75,3807	17,9003	23,7465	11/jun	27,3291	6,0368	22,0893
12/jun	81,3286	14,4771	17,8007	12/jun	25,3495	5,58763	22,0424
13/jun	77,3063	20,8689	26,995	13/jun	24,1514	7,39164	30,6054
14/jun	59,088	19,5467	33,0806	14/jun	16,7342	7,5663	45,2145
15/jun	21,13	14,0658	66,5564	15/jun	14,1188	10,8933	75,7377
16/jun	77,1809	16,906	21,9044	16/jun	22,1323	8,46915	38,2661
17/jun	73,7529	17,6708	23,9595	17/jun	26,0066	7,8959	29,6764
18/jun	75,9035	18,8539	24,8393	18/jun	27,8352	6,01102	21,595
19/jun	40,8087	20,1353	49,3407	19/jun	16,9342	13,6125	80,3847
20/jun	75,5772	18,6318	24,6526	20/jun	19,1418	11,0323	57,6346
21/jun	54,9169	31,0594	56,5572	21/jun	7,51942	2,65074	35,2519
22/jun	21,23	15,7458	74,1799	22/jun	6,62169	3,63546	54,9023
23/jun	76,7893	18,5487	24,1554	23/jun	20,3486	5,25327	25,8164
24/jun	85,5906	11,7703	13,7519	24/jun	23,2	6,6199	28,5341
25/jun	91,0184	14,309	15,7209	25/jun	22,5571	5,55877	24,6475
26/jun	76,5591	19,0041	24,8228	26/jun	24,9389	9,14772	36,6807
27/jun	70,5627	24,7702	35,1038	27/jun	25,4867	9,10943	35,77
28/jun	34,921	18,433	52,785	28/jun	22,1655	12,6668	57,1464
29/jun	31,63	21,455	67,8267	29/jun	12,127	7,58311	62,5307

Figura 5.13 - Estatísticas da utilização do enlace INATEL/Impsat - 02/06 a 29/06.

Enlace MDF - Servinatel2 Entrada				Enlace MDF - Servinatel2 Saída			
Data	Média	DP	CV	Data	Média	DP	CV
02/jun	0,9331	2,2303	239,0134	02/jun	0,0754	0,0244	32,3756
03/jun	0,9753	2,9232	299,7320	03/jun	0,2244	0,5384	239,9635
04/jun	1,8303	3,4222	186,9792	04/jun	0,3462	1,1720	338,5392
05/jun	1,1105	3,1230	281,2292	05/jun	0,7806	2,2905	293,4218
06/jun	0,1785	0,1190	66,6518	06/jun	1,0611	3,5547	334,9941
07/jun	0,1106	0,1865	168,6893	07/jun	0,0428	0,0058	13,5000
08/jun	0,5922	1,3054	220,4395	08/jun	0,0525	0,0686	130,8590
09/jun	0,1575	0,0577	36,6494	09/jun	0,0733	0,0305	41,6725
10/jun	0,1476	0,0571	38,8620	10/jun	0,0669	0,0166	24,8672
11/jun	1,1981	3,7374	311,9306	11/jun	0,8867	2,2123	322,1571
12/jun	0,1501	0,0495	32,9542	12/jun	0,4811	2,1423	445,2822
13/jun	0,1604	0,0698	43,5184	13/jun	0,0809	0,0346	42,0092
14/jun	1,1460	4,4076	384,5985	14/jun	0,0863	0,1996	231,2707
15/jun	0,0508	0,0182	35,8609	15/jun	0,0384	0,0032	8,3811
16/jun	0,1862	0,0832	44,7145	16/jun	0,0803	0,0234	29,1185
17/jun	1,4677	2,9483	200,8820	17/jun	0,0977	0,0634	64,8926
18/jun	0,2391	0,4303	179,9196	18/jun	0,4744	2,0222	426,2980
19/jun	0,0770	0,0903	117,1592	19/jun	0,1137	0,3739	328,9711
20/jun	0,1978	0,3523	178,1312	20/jun	0,0633	0,0221	34,9418
21/jun	0,3408	1,4898	437,1274	21/jun	0,2947	1,3245	449,4745
22/jun	1,1513	2,9538	256,5617	22/jun	1,0155	2,8128	257,2850
23/jun	0,3887	0,3733	96,0357	23/jun	0,1525	0,2040	133,7630
24/jun	0,1537	0,0723	47,0754	24/jun	0,0830	0,0544	65,5691
25/jun	1,4637	3,3843	231,2198	25/jun	0,1013	0,0486	47,9690
26/jun	1,4405	3,2260	223,9564	26/jun	0,1566	0,0754	48,1553
27/jun	0,1312	0,0642	48,8918	27/jun	0,1166	0,0426	36,5283
28/jun	1,1535	3,1776	275,4774	28/jun	1,6913	4,7108	278,5292
29/jun	0,4870	2,3088	474,1195	29/jun	0,0570	0,0164	28,7201

Figura 5.14 - Estatísticas da utilização do enlace MDF/Servinatel2 - 02/06 a 29/06.

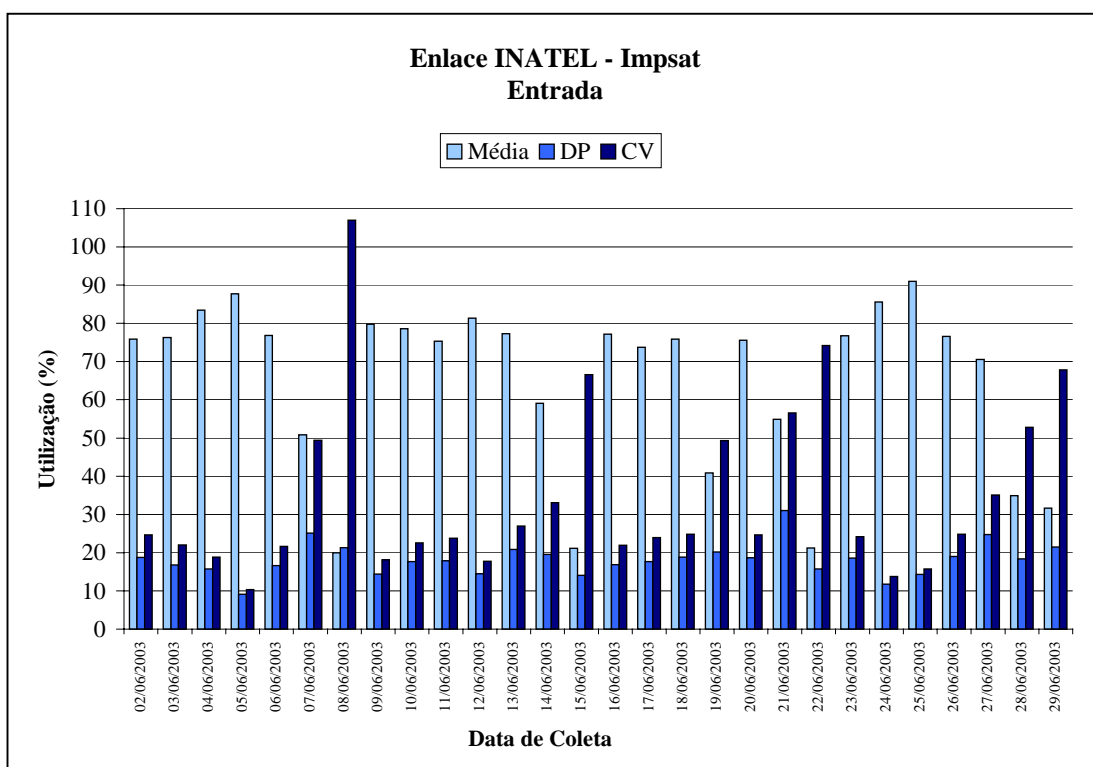


Figura 5.15 - Utilização do enlace INATEL/Impsat - 02/06 a 29/06 - Entrada.

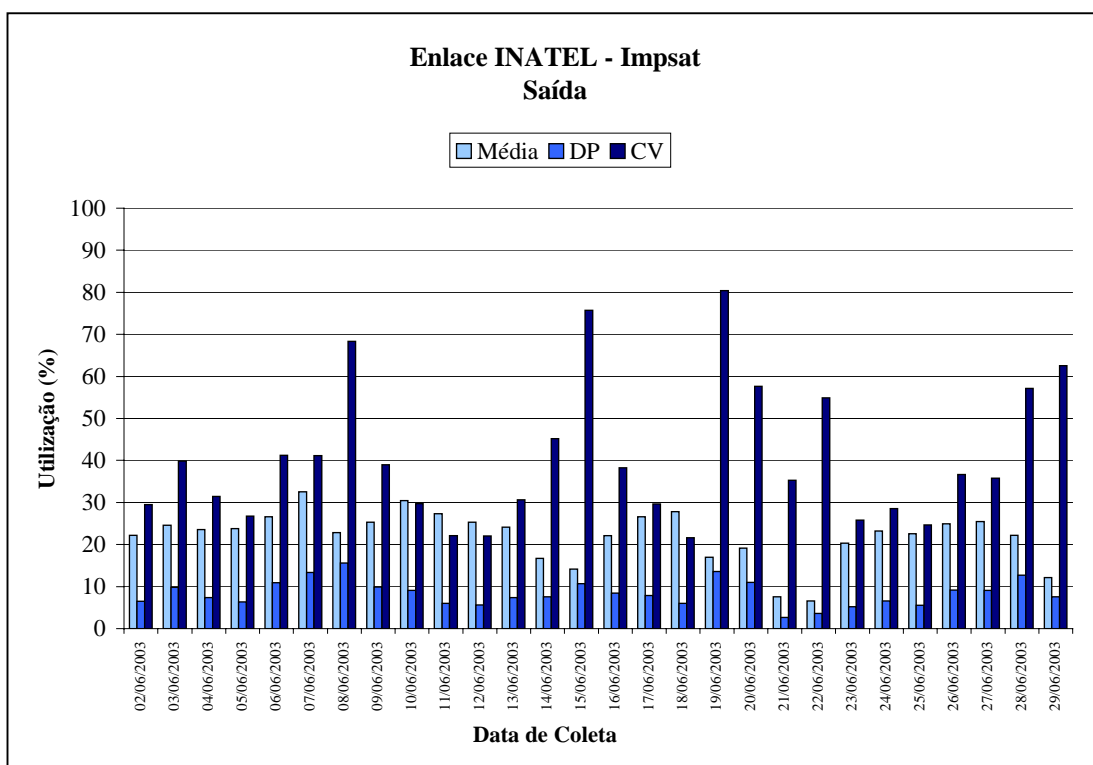


Figura 5.16 - Utilização do enlace INATEL/Impsat - 02/06 a 29/06 - Saída.

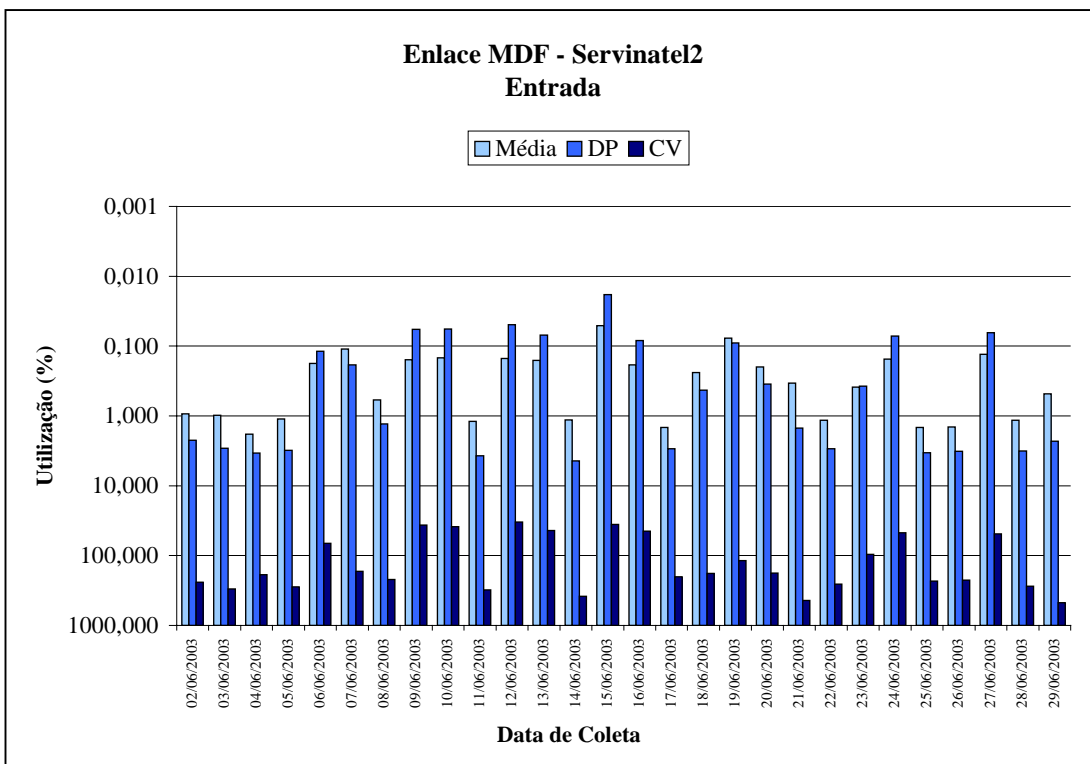


Figura 5.17 - Utilização do enlace MDF/Servinatel2 - 02/06 a 29/06 - Entrada.

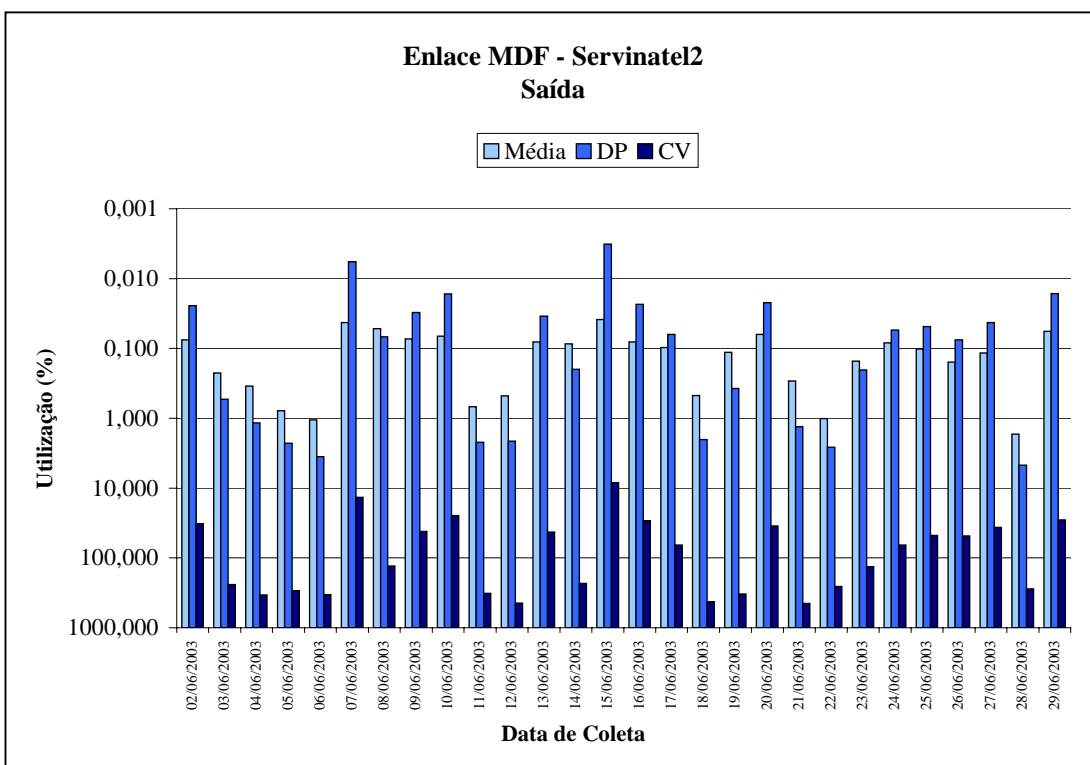


Figura 5.18 - Utilização do enlace MDF/Servinatel2 - 02/06 a 29/06 - Saída.

A fim de facilitar a visualização, são mostrados na Tabela 5.2 os valores correspondentes às principais estatísticas calculadas para cada enlace no período de monitoramento.

Tabela 5.2 - Resumo das estatísticas geradas na implementação da Fase 1.

Enlace	Utilização Média	Desvio Padrão	Cofic. de Variação
MDF-IDF Prédio2 – <i>IN</i>	0,398826	0,238012	64,47989
MDF-IDF Prédio2 – <i>OUT</i>	0,183789	0,247808	119,7756
MDF-IDF Prédio3 – <i>IN</i>	0,057345	0,064465	94,54759
MDF-IDF Prédio3 – <i>OUT</i>	0,063078	0,086091	123,6931
MDF-IDF Prédio4 – <i>IN</i>	0,033043	0,034452	90,97373
MDF-IDF Prédio4 – <i>OUT</i>	0,042121	0,101404	132,5575
MDF-Servinatel2 – <i>IN</i>	0,788565	1,894671	220,9488
MDF-Servinatel2 – <i>OUT</i>	0,438802	1,311874	222,0283
INATEL-Impsat – <i>IN</i>	71,29166	16,74799	26,81391
INATEL-Impsat – <i>OUT</i>	23,46018	7,862345	33,23319

De acordo com os padrões de qualidade definidos na Fase Zero da metodologia (Condições Iniciais), conclui-se, através dos resultados obtidos na Fase 1 (Monitoramento Pró-Ativo):

- A utilização média dos enlaces com disputa por meio físico (MDF-Servinatel2, MDF-IDF/Prédio2, MDF-IDF/Prédio3 e MDF-IDF/Prédio4) encontra-se bem abaixo de 20%, tanto no sentido Entrada, quanto no sentido Saída, o que atende satisfatoriamente ao padrão de qualidade definido;
- A utilização média do enlace INATEL-Impsat (sem disputa por meio físico), no sentido Saída, encontra-se abaixo de 65%, satisfazendo portanto o parâmetro de qualidade estabelecido;
- A utilização média do enlace INATEL-Impsat, no sentido Entrada, na grande maioria dos dias dentro do período de análise, encontra-se acima de 65%, não satisfazendo, portanto, o parâmetro de qualidade estabelecido;

- O tráfego não apresenta grandes variações de comportamento entre os dias do período analisado, caracterizando um comportamento uniforme em relação a sua distribuição no tempo;
- Os elevados valores do Coeficiente de Variação denunciam um mau comportamento da utilização média diária dos enlaces, caracterizando grandes diferenças de utilização ao longo do dia (tráfego em rajadas);
- Pela análise dos gráficos de utilização diária gerados, como exemplo a Figura 5.11, observa-se que na grande maioria dos dias o enlace INATEL-Impsat (sentido Entrada) apresenta uma alta taxa de utilização ao longo do período de interesse, utilização essa chegando próxima dos 100%, o que representa um valor altamente crítico.
- A análise dos gráficos de utilização diária para os enlaces internos, por exemplo, o enlace MDF/Servinatel2 (Figuras 5.17 e 5.18) em ambos os sentidos, fornece como resultado uma utilização média muito baixa, entre 0 e 1%, o que caracteriza uma sub-utilização da capacidade instalada.
- Para os enlaces internos, é necessário repetir o estudo na mesma velocidade de mudança do ambiente atendendo à característica pró-ativa da metodologia proposta;
- Como o requisito de desempenho definido na Fase Zero da Metodologia não foi atendido para o enlace INATEL-Impsat, parte-se então para a implementação da Fase Dois da metodologia.

5.1.3 Fase Dois - Análise de Desempenho

Seguindo a metodologia proposta, inicia-se um processo de investigação, tendo em vista o problema identificado na fase anterior: alta utilização do enlace INATEL/Impsat, no sentido Entrada.

Deve ser definido, então, um novo período de monitoramento, agora direcionado aos possíveis elementos e eventos que possam estar contribuindo para esta alta utilização.

Como já descrito no Capítulo 4, item 4.3.3 (Implementando a Fase Dois), as informações mais relevantes a serem investigadas, para o problema detectado, são:

- *hosts* que mais utilizam o enlace;

- protocolos mais utilizados;
- tamanho médio dos *frames*;

Assim, a metodologia sai da fase do monitoramento pró-ativo de desempenho e passa à fase do monitoramento investigativo.

Na fase anterior, verificou-se um valor altíssimo para a utilização do enlace que interliga a rede corporativa do INATEL ao provedor de serviços de dados Impsat. Como este enlace serve, na verdade, para o acesso à rede mundial (Internet), decidiu-se investigar essa alta ocupação de banda passante em função dos *sites* acessados pelos usuários da rede. Com isso, torna-se possível classificar os tipos de acessos que estão sendo realizados, e quantificar o percentual de banda que cada tipo de acesso ocupa.

Pretende-se com isso investigar quanto das informações acessadas pelos usuários são realmente importantes para as suas atividades normais no INATEL, e, conseqüentemente, como está sendo utilizada a rede corporativa por parte desses usuários.

A fim de poder classificar os *sites* acessados pelos usuários da rede, foram definidas sete categorias:

- Categoria 1 - rádios/músicas/filmes/fotos/jogos
- Categoria 2 - empresas de *softwares*
- Categoria 3 - não encontrado/fora do ar/não autorizado
- Categoria 4 - impróprios
- Categoria 5 - provedores/*e-mails*/variados
- Categoria 6 - DNS
- Categoria 7 - bancos/governos
- Categoria 8 - empresas/universidades/escolas

Como o foco desse capítulo é validar a metodologia proposta, foi definido como intervalo de coleta o período de uma semana apenas, período esse compreendido entre os dias 26 de julho a 01 de agosto de 2003.

Em função da proposta de investigação e, conseqüentemente, dos novos dados a serem coletados, foi escolhida como ferramenta de coleta o *software* Ntop. Como vantagem principal, o Ntop é um *software* livre, podendo ser obtido no endereço (<http://www.ntop.org/ntop.html>). Além disso, as informações coletadas são

tratadas pelo próprio *software*, sendo seus resultados facilmente visualizados por meio de gráficos e tabelas, através da WEB.

Dentre as várias informações disponibilizadas pelo Ntop, temos: matriz de tráfego, tamanho médio de pacotes, estatísticas quanto aos tipos de protocolos, *hosts* que mais acessaram a rede, *sites* mais acessados, estatísticas com relação a dados recebidos e dados transmitidos, etc. As Figuras 5.19, 5.20 e 5.21 a seguir, ilustram algumas dessas informações, no formato em que são disponibilizadas pelo Ntop.

The screenshot shows a web browser window displaying the Ntop interface. The main content is a table titled "Remote to Local IP Traffic". The table has columns for Host, IP Address, Data Sent, and Data Recv. The data is categorized into IP Traffic, Matrix, and Local Usage.

	Host	IP Address	Data Sent	Data Recv
IP Traffic	dsl-tregw1a63.dial.inet.fi	80.223.208.99	2.2 MB	13.7 %
	0x3e428cab.adsl.cybercity.dk	62.66.140.171	256.8 KB	10.3 %
	200.251.230.18	200.251.230.18	202.2 KB	7.7 %
	mail.uti.psi.br	200.202.231.7	6.4 MB	5.7 %
	pcp03627256pcs.lncstr01.pa.comcast.net	68.60.238.111	290.1 KB	4.3 %
	esx117/dhcp72.essex01.md.comcast.net	68.33.117.72	49.2 MB	2.9 %
	voxcards.globo.com	200.208.28.207	8.1 MB	2.0 %
	server.communityaustralia.net	202.45.126.126	1.2 MB	1.6 %
	http://200.186.136.145:3000/200.185.106.84.html	200.185.106.84	2.3 MB	1.4 %
	http://200.186.136.145:3000/200.208.28.45.html	200.208.28.45	4.0 MB	1.3 %
Matrix	200.252.140.6	200.252.140.6	120.1 KB	1.3 %
	sunsdlc1-7.chntva1-dc1.genuity.net	128.11.159.146	24.1 MB	1.2 %
	list.ns.dsbl.org	205.231.29.244	680.4 KB	1.2 %
	200.198.182.178	200.198.182.178	1.0 MB	1.2 %
	http://200.186.136.145:3000/65.54.211.61.html	65.54.211.61	2.7 MB	1.2 %
	dl-ins10-sao-c8b1028f.p001.terra.com.br	200.177.2.143	529.0 KB	1.2 %
	pcp166506pcs.nhanvr01.nj.comcast.net	68.46.36.153	16.7 MB	1.1 %
	shasta091104.ig.com.br	200.151.91.104	120.4 KB	1.0 %
	ironmouse.za.org	206.47.37.46	5.2 MB	0.8 %
	http://200.186.136.145:3000/216.35.213.254.html	216.35.213.254	4.1 MB	0.7 %
Local Usage	ehg-ii.hitbox.com	64.154.80.51	335.7 KB	0.7 %
	img.bot.com.br	200.221.7.122	743.2 KB	0.7 %
	200.251.230.98	200.251.230.98	111.8 KB	0.7 %
	a868.g.akamai.net	200.41.65.168	1.7 MB	0.7 %
	200.186.136.145:3000/200.185.106.84.html	200.185.106.84	2.3 MB	1.4 %
	200.208.28.45	200.208.28.45	4.0 MB	1.3 %
	200.252.140.6	200.252.140.6	120.1 KB	1.3 %
	128.11.159.146	128.11.159.146	24.1 MB	1.2 %
	205.231.29.244	205.231.29.244	680.4 KB	1.2 %
	200.198.182.178	200.198.182.178	1.0 MB	1.2 %

Figura 5.19 - Classificação do tráfego IP/enlace INATEL-Impsat/sentido Entrada.

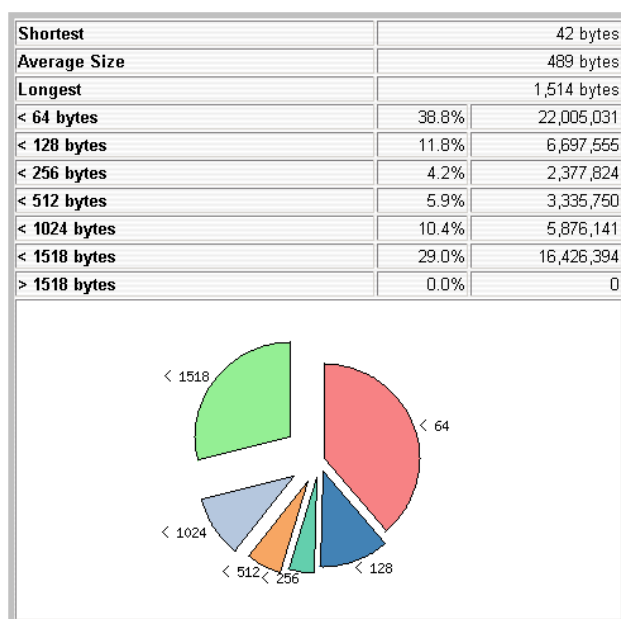


Figura 5.20 - Tamanho médio de pacotes/enlace INATEL-Impsat/sentido Entrada.

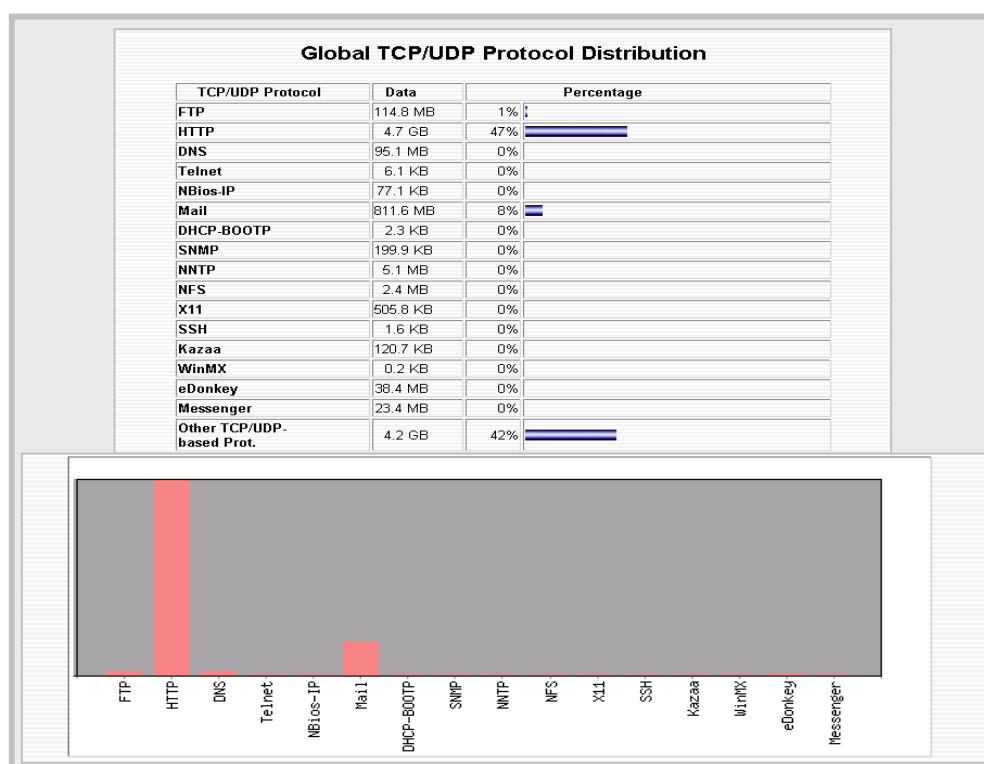


Figura 5.21 - Distribuição de protocolos/enlace INATEL-Impsat/sentido Entrada.

Durante o período de investigação, foram acessados 58.520 *sites*, sendo os mesmos tabelados e ordenados em ordem decrescente de utilização de largura de banda, conforme exemplo mostrado na Figura 5.19.

Devido à quantidade excessiva de dados para serem trabalhados, fez-se uma nova análise, a fim de verificar a relevância de todo esse conjunto de dados. Observou-se que a utilização de banda dos primeiros 640 *sites* com maior utilização, ordenados decrescentemente, correspondia a aproximadamente 95% (95,42109%) da utilização de banda total referente aos 58.520 *sites*. Assim, decidiu-se trabalhar apenas com os dados desses 640 primeiros *sites*.

Tendo-se em mão os seus endereços IP, foi acessado cada um desses *sites*, com o intuito de classificá-los dentro de uma das categorias definidas. Assim, foi possível determinar a parcela de utilização de largura de banda, dentro do período de monitoramento, para cada uma das classes de *sites*, valores esses mostrados nas Figuras 5.22, 5.23 e 5.24, a seguir.

	1	4	5	6	7	8	2	3			
6 pag.1	75956,30	5301,10	67935,80	2639,90	9923,60	5702,40	22864,80	33386,10			
7 pag.2	1966,10	0,00	14624,90	1841,00	470,70	3747,30	1087,80	7177,10			
8 pag.3	513,30	0,00	7441,30	550,30	589,80	1628,80	336,90	3750,60			
9 pag.4	384,70	176,60	4286,70	484,50	271,20	769,30	466,30	1064,90			
10 pag.5	230,20	67,70	1875,10	428,50	66,70	296,40	966,70	527,70			
11 Total (Kbytes)	79050,60	5545,40	96163,80	5944,20	11322,00	12144,20	25722,50	45906,40			
13 Total (%)	28,05	1,97	34,12	2,11	4,02	4,31	9,13	16,29	100,00	Total (%)	
16	1 - Radios/Músicas/Filmes/Fotos/Jogos			Report criado em 01/08/2003 8:59:04							
17	4 - Impróprios			Período de coleta : 8 dias							
18	5 - Provedores/emails/Variados			Software : NTOP							
19	6 - DNS										
20	7 - Bancos/Governos										
21	8 - Empresas/Universidades/Escolas										
22	2 - Empresas de Softwares										
23	3 - Não encontrado/Fora do ar/Não autorizado										

Figura 5.22 - Classificação de sites acessados - Rede INATEL - 26/07 a 01/08.

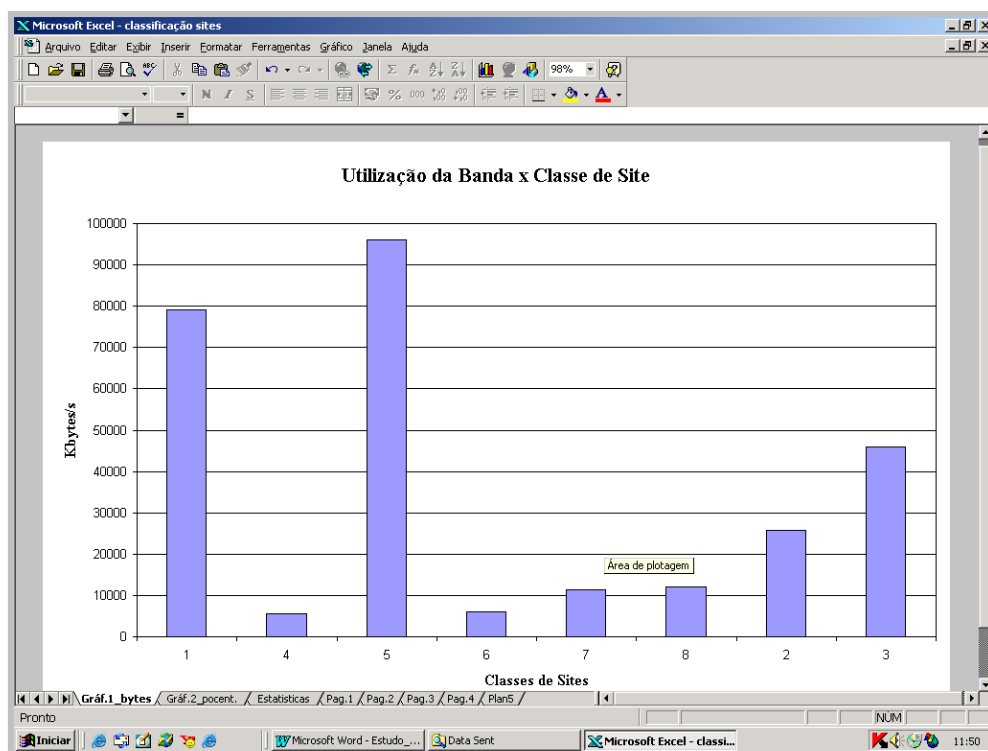


Figura 5.23 - Classificação de sites acessados - Rede INATEL - utilização (Kbytes/s)

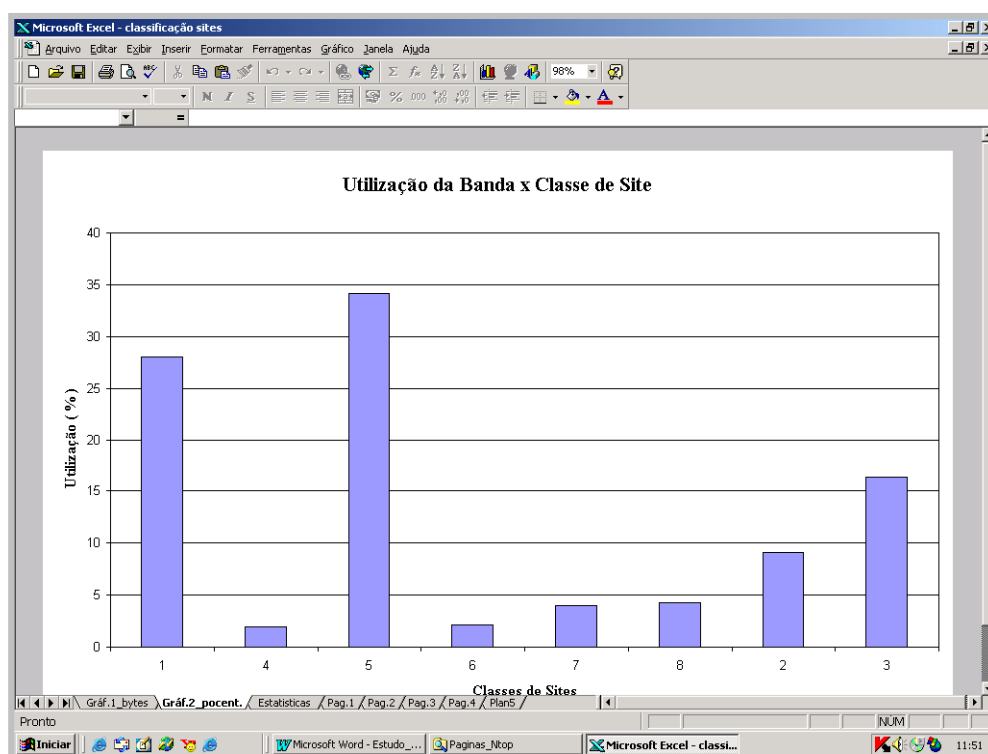


Figura 5.24 - Classificação de sites - Rede INATEL - utilização (%)

De posse desses dados, foi feita uma nova classificação, levando-se em consideração a importância do *site*, e consequentemente, das informações disponibilizadas por ele para as atividades do INATEL como instituição de pesquisa e ensino. Foram criados, então, três novos grupos:

- Grupo 1 - Alta importância: os sites relativos às categorias 2, 6, 7 e 8.
- Grupo 2 - Baixa importância: os sites relacionados na categoria 5.
- Grupo 3 - Nenhuma importância: os sites relativos às categorias 1 e 4.

Vale destacar que a Categoria 3, correspondente ao *sites* cujo acesso não foi possível, não foi colocado em nenhum novo grupo.

Assim, foram refeitos os cálculos relativos ao percentual de utilização do enlace INATEL-Impsat, no período de investigação, considerando agora apenas esses três novos grupos, cujos resultados podem ser observados nas Figuras 5.25, 5.26 e 5.27, a seguir.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1													
2										Num. Sites Analizados	640		
3										Total de Kbytes Coletados	295321,6		
4	Categorias	1	4	5	6	7	8	2	3	Total de Kbytes Tratados	281799,1		
5	Total (Kbytes)	79050,60	5545,40	96163,80	5944,20	11322,00	12144,20	25722,50	45906,40	% de bytes analisados	95,42109		
6	Total (%)	28,05	1,97	34,12	2,11	4,02	4,31	9,13	16,29				
7													
8	**	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3		Total							
9	Kbytes	55132,90	96163,80	84596,00		235892,70							
10	Utilização (%)	23,37	40,77	35,86		100							
11													
12	**	Obs.: Cálculos realizados desconsiderando a Categoria 3											
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													
21													
22													
23													
24													
25													
26													
27													
28													
29													
30													
31													
32													
33													
34													

Figura 5.25 - Grupos de sites acessados - Rede INATEL - 26/07/03 a 01/08/03.

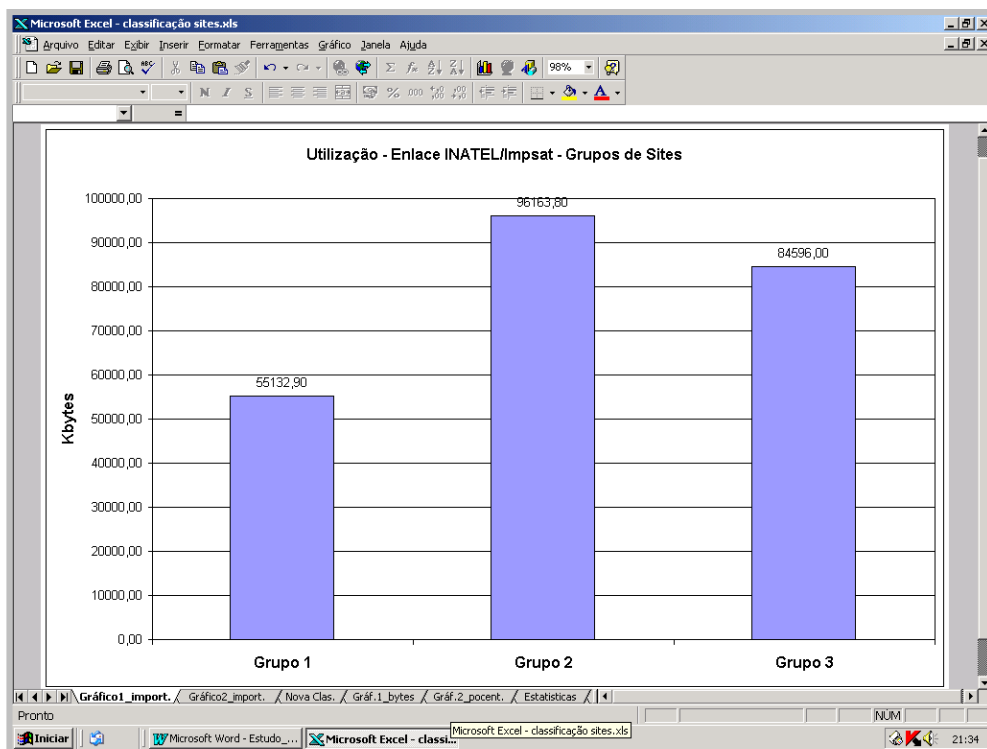


Figura 5.26 - Utilização por grupos sites - Rede INATEL - em Kbytes.

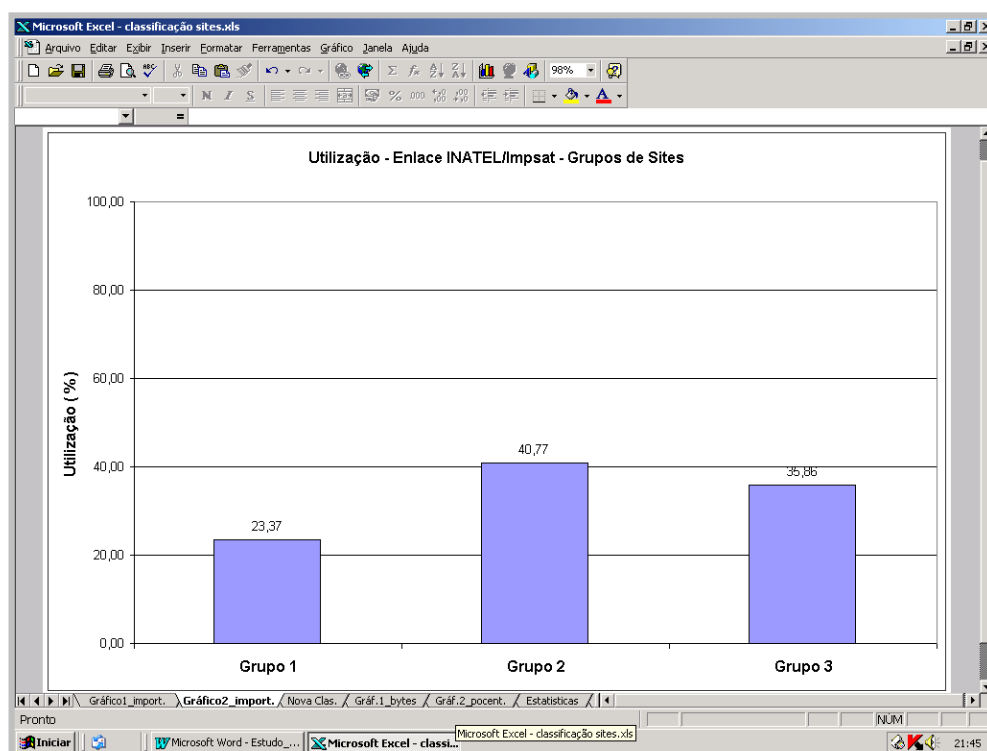


Figura 5.27 - Utilização por grupos de sites - Rede INATEL - em %.

Analisando os resultados finais obtidos, mostrados graficamente nas Figuras 5.26 e 5.27, pode-se concluir:

- As informações que estão diretamente relacionadas ao foco principal da instituição, pertencentes ao Grupo 1, têm uma baixa influência na utilização do enlace em estudo, ficando em torno de 23%.
- As informações que, a princípio, não possuem nenhuma relação com as atividades da instituição, informações estas pertencentes ao grupo 3, são responsáveis por uma utilização relativamente alta do enlace, estando em torno de 36%.
- As informações que possuem uma importância relativamente pequena às atividades da instituição, estando mais relacionadas ao dia a dia normal dos usuários da rede INATEL, são responsáveis, também, por uma alta utilização desse enlace, situando-se próxima de 41%.

Assim, pode-se obter como resultado final da aplicação da Fase Dois da metodologia, duas propostas de solução, apresentadas a seguir:

Proposta de solução 1:

Considerando as informações que não estão diretamente relacionadas às atividades essenciais do INATEL, pertencentes aos grupos 2 e 3, vê-se que estas se responsabilizam por aproximadamente 77% da utilização total do enlace.

Pode-se concluir que o problema detectado na Fase 1 da metodologia tem como causa uma utilização indevida da rede corporativa do INATEL. A solução proposta, neste caso, seria a implementação de filtros (Firewall) na entrada/saída da rede corporativa, além da definição de uma política adequada de utilização da rede, incluindo um trabalho efetivo de conscientização em relação a todos os seus usuários.

Proposta de solução 2:

Considerando-se que as informações pertencentes aos grupos 1 e 2 devem ser suportadas adequadamente pela rede corporativa do INATEL, vê-se que estas informações são responsáveis por aproximadamente 64% da utilização total do

enlace, valor bastante próximo do indicador de qualidade definido na Fase Zero da metodologia (65%).

Conclui-se, então, que o problema detectado na fase anterior está realmente relacionado à falta de capacidade instalada no enlace, indicando a necessidade de aumento da capacidade desse enlace.

Observa-se que em ambas as propostas de solução, são sugeridas, de alguma maneira, alterações na estrutura atual da rede. Dessa forma, a proposta final dessa fase é a implementação da Fase Três da metodologia, ou seja, partir para o planejamento de capacidade, onde se poderá verificar a resposta da rede em relação a cada uma das soluções propostas.

5.1.4 Fase Três - Planejamento de Capacidade

A Fase Três da metodologia será implementada levando-se em consideração as duas soluções apresentadas na fase do monitoramento investigativo (Análise de Desempenho). Assim, pretende-se comparar os valores atuais de utilização dos enlaces da rede corporativa do INATEL, e conseqüentemente seu desempenho, com os valores resultantes para cada uma das propostas a seguir:

- Proposta 1 – aumentar a largura de banda do enlace INATEL/Impsat, passando de 1 Mbps para 2 Mbps. Vale lembrar que na Fase Um da metodologia (monitoramento pró-ativo), esse enlace foi apontado como não atendendo ao indicador de qualidade desejado.
- Proposta 2 – configurar filtros no *firewall* da rede corporativa, bloqueando o acesso dos usuários a determinados serviços.
- Proposta 3 – dobrar a capacidade do enlace INATEL/Impsat (proposta 1), e também implementar filtros no *firewall* da rede (proposta 2).

Segundo a metodologia proposta, deve-se inicialmente nesta fase, decidir sobre o grau de detalhamento que se pretende dar ao modelo, levantar os parâmetros necessários à caracterização do tráfego, segundo o grau de detalhamento escolhido, identificar os dispositivos significativos da rede, além de sua topologia. Com isso, pretende-se criar um modelo de simulação que retrate um ambiente mais próximo do real.

Escolha do Grau de Detalhamento do Modelo

Como esse estudo se concentra no problema da utilização de largura de banda, decidiu-se por focar a análise no tráfego bruto em cada enlace, considerando-se que o problema a ser resolvido é um problema tipicamente relacionado ao tráfego nos enlaces da rede. Assim, dentre os três graus de detalhamento mostrados anteriormente (item 3.4.2.2), foi adotado o grau de detalhamento Zero.

Caracterização do Tráfego

Com relação aos usuários da rede corporativa, estes foram classificados em três diferentes tipos de usuários: “Professores”, “Alunos” e “Funcionários”, cada qual fazendo uso de um conjunto diferente de serviços, conforme ilustra a Tabela 5.3 abaixo.

Os serviços utilizados pelos usuários foram disponibilizados por cinco servidores, sendo um servidor local e quatro servidores remotos. Na Tabela 5.4, pode-se visualizar os tipos de serviços oferecidos em cada um dos servidores.

A maneira como esses usuários estão distribuídos dentro da rede corporativa do INATEL, pode ser visualizada na Tabela 5.5.

Tabela 5.3 - Tipos de usuários e tipos de serviços associados.

Usuários Serviços	Professores	Alunos	Funcionários
<i>Database (light)</i>	SIM	SIM	---
<i>Database (heavy)</i>	---	---	SIM
<i>Email (light)</i>	SIM	---	---
<i>Email (heavy)</i>	---	SIM	SIM
<i>File Transfer (light)</i>	SIM	SIM	---
<i>File Transfer (heavy)</i>	---	---	SIM
<i>Web Browsing (light)</i>	---	SIM	---
<i>Web Browsing (heavy)</i>	SIM	---	SIM

Tabela 5.4 - Tipos de serviços disponíveis por servidor.

Serviços \ Servidor	Servinatel 2	Web Server	FTP Server	Email Server	Database Server
<i>Database (light)</i>	SIM	---	---	---	SIM
<i>Database (heavy)</i>	---	---	---	---	SIM
<i>Email (light)</i>	---	---	---	SIM	---
<i>Email (heavy)</i>	SIM	---	---	SIM	---
<i>File Transfer (light)</i>	SIM	---	SIM	---	---
<i>File Transfer (heavy)</i>	---	---	SIM	---	---
<i>Web Browsing (light)</i>	SIM	SIM	---	---	---
<i>Web Browsing (heavy)</i>	---	SIM	---	---	---

Tabela 5.5 - Distribuição dos usuários por segmento da rede.

Usuários \ Segmento da Rede	Professores	Alunos	Funcionários
Prédio 1	10	65	40
Prédio 2	25	73	25
Prédio 3	25	20	15
Prédio 4	09	00	05

Em função da proposta desse estudo de caso, e do grau de detalhamento escolhido, não foi necessário um estudo maior em relação ao tráfego, como por exemplo, definir as funções de distribuição associadas a cada tráfego, o tempo médio entre chegadas, o tamanho médio das mensagens, etc. Assim, identificada a capacidade instalada da rede, e conhecido o comportamento de seu tráfego, partiu-se para a construção do modelo a ser usado nas simulações.

Construção do Modelo de Simulação

Como ferramenta de simulação, decidiu-se pelo uso do OpNet Modeler®, pois o mesmo apresenta, dentre outras vantagens, uma quantidade de parâmetros de configuração que nos permite criar modelos muito próximos da realidade, além da

possibilidade de importação direta de arquivos de tráfego gerados por outras ferramentas de gerência, como por exemplo o MRTG.

O modelo de simulação inicial foi criado fazendo uso dos valores *default* para os vários parâmetros de configuração oferecidos. A topologia criada para a rede corporativa levou em consideração seus principais enlaces, interligando os quatro prédios do INATEL, além da conexão à rede mundial (Internet). A Figura 5.28 ilustra esse modelo.

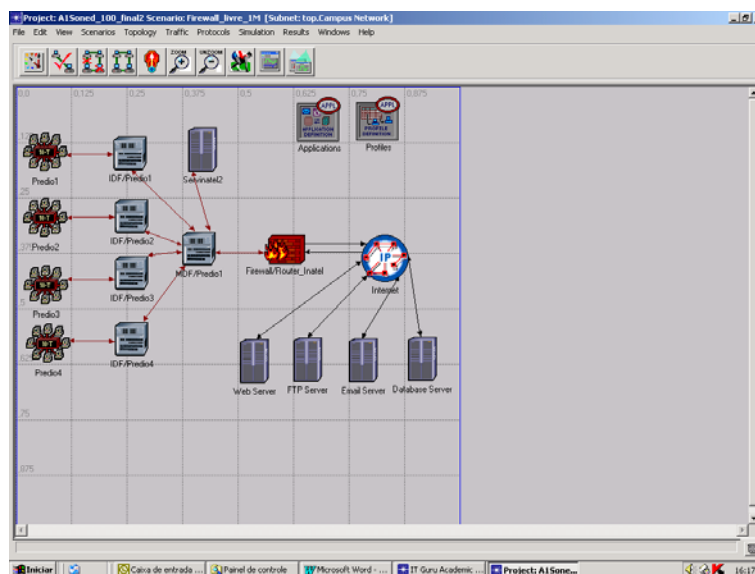


Figura 5.28 - Modelo inicial para a rede corporativa do INATEL.

Aferição do Modelo de Simulação

Uma vez criado o modelo, várias rodadas de simulação foram realizadas com o objetivo de fazer os ajustes necessários, para que o mesmo apresente um comportamento igual, ou o mais próximo possível, ao comportamento apresentado pelo ambiente real.

Considerando que o estudo visa analisar o desempenho da rede em função de uma melhor utilização de seus enlaces, o indicador “utilização de largura de banda” foi tomado como base para aferição do modelo. Durante essas rodadas de simulação, foram feitas mudanças em vários parâmetros disponibilizados pelo simulador, até a obtenção dos valores de utilização desejados. Posteriormente, mais algumas rodadas de simulação foram feitas, a fim de verificar a repetição dos resultados apresentados, e por consequência, a confiabilidade do modelo.

É importante destacar que os valores apresentados na Tabela 5.2, que indicam as estatísticas referentes à utilização de cada um dos enlaces, foram calculados com base nos valores referentes ao tráfego durante todo o período de monitoramento, de 31/03/2003 a 29/06/2003, valores esses resultantes da aplicação da Fase Um da metodologia (valores coletados durante as 24 do dia).

Como o intuito, nesse ponto do trabalho, é mostrar a implementação da Fase Três da metodologia, permitindo comparar os resultados referentes aos diferentes cenários, fez-se os ajustes no modelo inicial de modo que este apresentasse uma altíssima utilização no enlace de entrada da rede corporativa, aproximadamente 90%, e uma baixíssima utilização em seus enlaces internos, em torno de 1% ou menos, valores esses que refletem o comportamento real da rede corporativa do INATEL nos horários de utilização mais efetiva.

Simulação das Propostas de Solução Apresentadas e Avaliação dos Resultados

Estando o modelo aferido, iniciou-se o processo de simulação de cada uma das propostas de solução apresentadas. Foram criados, a partir do modelo inicial, mais cinco cenários, cujas alterações em relação ao cenário inicial, são indicadas a seguir:

- Cenário 1 - Firewall_livre_1M: corresponde ao modelo inicial criado e aferido;
- Cenário 2 - Firewall_livre_2M: a partir do modelo inicial, fez-se a ampliação da largura de banda do enlace que conecta a rede corporativa à rede mundial (enlace INATEL/Impsat), passando dos atuais 1 Mbps para 2 Mbps, em cada sentido.
- Cenário 3 - Firewall_block_1M: em relação ao modelo inicial, fez-se a implementação de um filtro no *firewall*, bloqueando todo o tráfego FTP, com o intuito de simular o bloqueio dos acessos, por parte dos usuários, aos serviços disponibilizados no servidor *FTP Server*.
- Cenário 4 - Firewall_block_1Mv2: neste cenário, implementou-se filtros no *firewall* bloqueando, em conjunto, os acessos aos serviços disponíveis nos servidores *FTP Server* e *Database Server*.

- Cenário 5 - Firewall_block_1Mv3: aqui, através do *firewall*, foram bloqueados apenas os acessos ao servidor *Database Server*.
- Cenário 6 - Firewall_ok_2M: este cenário apresenta, além do bloqueio dos acessos aos servidores *FTP Server* e *Database Server*, o aumento da largura de banda do enlace INATEL/Impsat, passando para 2 Mbps.

O segundo cenário teve o propósito de implementar a primeira proposta de solução apresentada, onde simplesmente sugere-se o aumento da capacidade instalada. Esta solução, apesar de ser a primeira que vem à mente da maioria dos administradores de rede, pode não ser a mais adequada, não apresentando a eficiência esperada no desempenho do sistema, além do custo envolvido.

A segunda proposta de solução foi implementada através dos cenários 3, 4 e 5, onde se procurou verificar, dentre os tipos de tráfego considerados no ambiente, aqueles que mais influenciavam na utilização dos enlaces dessa rede.

A terceira proposta de solução foi implementada com o cenário 6, bloqueando o tráfego considerado não essencial ao ambiente e, ainda, dobrando a capacidade do enlace apontado como problema na fase de monitoramento pró-ativo.

Com o intuito de facilitar as comparações, os resultados referentes aos valores de utilização foram separados em três gráficos. No primeiro gráfico são mostradas as curvas referentes aos cenários 1 e 2 apenas, permitindo comparar os valores do modelo inicial (azul) com os resultantes da primeira proposta de solução, aumento da capacidade (vermelho).

No segundo gráfico, as curvas referem-se aos resultados obtidos nos cenários 1 (modelo inicial – azul), 3 (bloqueio do FTP - verde), 4 (bloqueio do FTP e *Database* – azul claro) e 5 (bloqueio do *Database* – amarelo), possibilitando comparar os resultados do modelo inicial com os resultados obtidos na aplicação da segunda proposta de solução.

O terceiro gráfico mostra os resultados obtidos na terceira proposta de solução (aumento de capacidade + bloqueio do FTP e *Database* - rosa), juntamente com os valores resultantes das propostas anteriores, permitindo uma melhor comparação entre as três propostas de solução indicadas.

Nas figuras a seguir, apenas como três exemplos, são mostrados alguns dos resultados obtidos após as rodadas de simulação, porém, todos os demais resultados,

referentes a cada uma das simulações, encontram-se disponíveis, para visualização, no Anexo C deste trabalho.

Na Figura 5.29 são mostrados os resultados referentes à utilização de largura de banda no enlace INATEL-Impsat, sentido Entrada (IN). Para facilitar a comparação, seus valores médios são mostrados na Tabela 5.6.

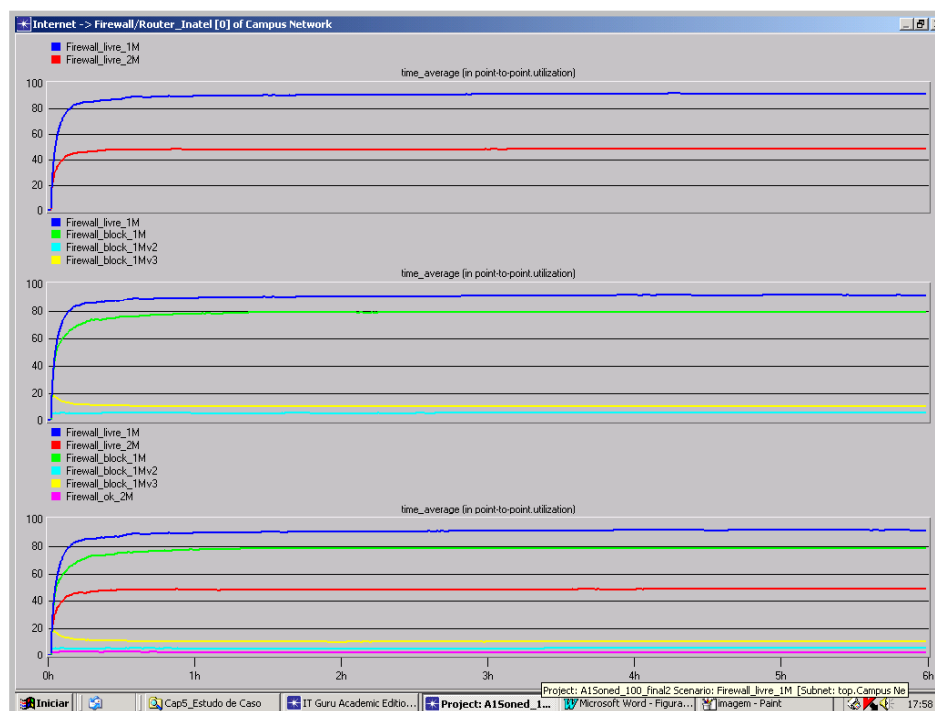


Figura 5.29 - Enlace INATEL/Impsat (IN) - Utilização.

Tabela 5.6 - Utilização média - Enlace INATEL-Impsat.

Cenário	Utilização Média (%)
Firewall_livre_1M - (modelo inicial)	90
Firewall_livre_2M - (dobra a capacidade)	48
Firewall_block_1M - (bloqueia FTP)	80
Firewall_block_1Mv2 - (bloqueia FTP+DB)	5
Firewall_block_1Mv3 - (bloqueia DB)	11
Firewall_ok_2M - (2M+block FTP+BD)	3

Observa-se neste caso que, com relação à melhoria na utilização de largura de banda, a solução onde se propõe simplesmente aumentar a capacidade do enlace, resolve o problema da alta utilização, porém não representa a melhor solução. Pode-

se verificar que, apenas limitando determinados tipos de acessos, se consegue uma solução bem mais adequada.

A Figura 5.30 mostra o tempo de resposta médio de uma página do servidor HTTP, para cada cenário, tendo seus valores médios apresentados na Tabela 5.7.

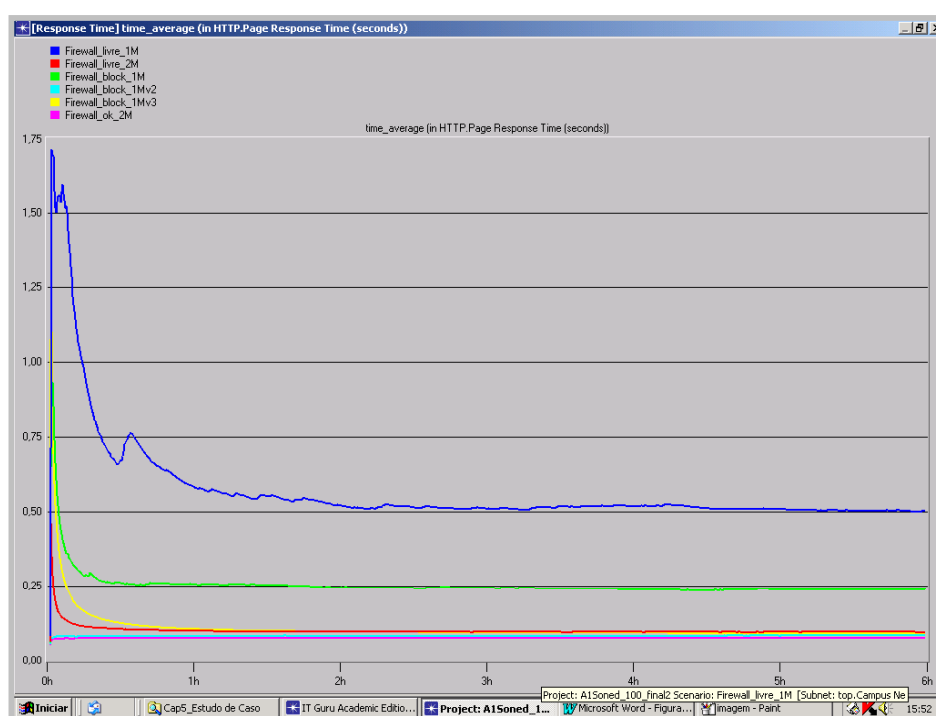


Figura 5.30 - Tempo de resposta - Servidor HTTP.

Tabela 5.7 - Tempo de resposta médio de página - Servidor HTTP.

Cenário	Tempo de Resposta (s)
Firewall_livre_1M - (modelo inicial)	0,54
Firewall_livre_2M - (dobra a capacidade)	0,10
Firewall_block_1M - (bloqueia FTP)	0,25
Firewall_block_1Mv2 - (bloqueia FTP+DB)	0,08
Firewall_block_1Mv3 - (bloqueia DB)	0,09
Firewall_ok_2M - (2M+block FTP+BD)	0,07

Assim como observado na análise anterior, aqui também se percebe que o simples aumento de capacidade pode não ser a melhor solução, apesar de também apresentar uma melhora considerável em relação ao tempo de resposta do servidor. Pode-se notar que, com a limitação de determinados tipos de acessos ou com o

aumento da capacidade do enlace, os tempos de resposta médios do servidor HTTP estarão muito próximos.

Na Figura 5.31 pode-se observar os valores de *throughput* do enlace IDF/Prédio1-MDF/Prédio1 para os diferentes cenários de simulação. Pode-se ver, como esperado, que o aumento da capacidade do enlace INATEL-Impsat resulta no aumento do *throughput* do segmento de rede Prédio1. Esse aumento pode ser verificado também com a segunda proposta de solução, onde ocorre a filtragem dos tráfegos FTP (verde), FTP e *Database* (azul claro), e *Database* (amarelo). Isso se justifica pelo fato da maior parte dos usuários do segmento de rede Prédio1 serem do tipo Alunos, onde os tráfegos HTTP e *E-mail* são os mais pesados.

Na terceira proposta de solução, onde se aumentou a capacidade do enlace, além da filtragem do tráfego FTP e *Database*, verifica-se o melhor valor de *throughput*.

Para facilitar as comparações, na Tabela 5.8 são mostrados os valores médios de *throughput* para o enlace, em cada cenário de simulação.

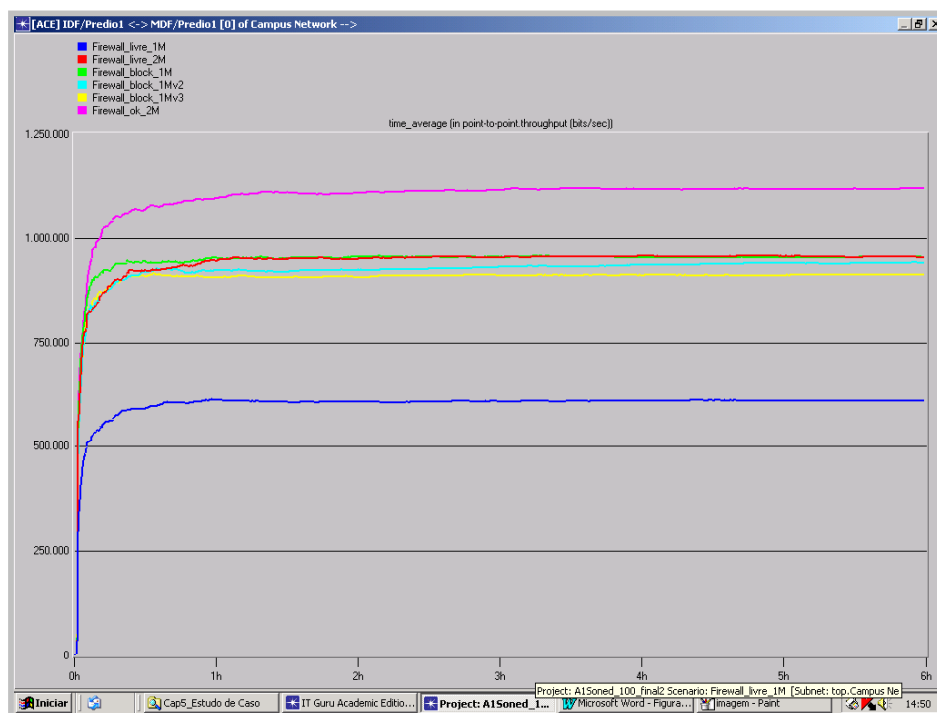


Figura 5.31 - Enlace IDF/Prédio1-MDF/Prédio1 (Saída) - *Throughput*.

Tabela 5.8 - *Throughput* médio - Enlace IDF/Prédio1-MDF/Prédio1 (Saída).

Cenário	Throughput (x1000 bps)
Firewall_livre_1M - (modelo inicial)	600
Firewall_livre_2M - (dobra a capacidade)	950
Firewall_block_1M - (bloqueia FTP)	950
Firewall_block_1Mv2 - (bloqueia FTP+DB)	935
Firewall_block_1Mv3 - (bloqueia DB)	910
Firewall_ok_2M - (2M+block FTP+BD)	1118

Em geral, quando se detecta algum problema de falta de capacidade, a solução mais comum tomada pelos administradores diz respeito ao aumento da capacidade instalada, o que resulta, conseqüentemente, em aumento de investimento.

Com os resultados obtidos neste estudo, é possível verificar que essa solução nem sempre é a opção mais apropriada.

Para os três parâmetros analisados: utilização dos enlaces, tempo de resposta e *throughput*, mostrados nas Figuras 5.6, 5.7 e 5.8 respectivamente, verifica-se que a utilização de filtros adequados no *firewall* da rede, leva a resultados melhores, ou em alguns casos, bastante próximos daqueles obtidos com o simples aumento da capacidade instalada.

Portanto, para uma tomada de decisão acertada, o administrador deve levar em consideração, dentre as opções disponíveis, aquela que realmente resultará na melhor relação custo/benefício para a sua rede, tendo como base os resultados apresentados nessa fase.

6 CONCLUSÃO

Com a elaboração desse trabalho, foi possível constatar, e comprovar, alguns fatos relacionados às atividades de gerência de redes; fatos estes que motivaram uma abordagem bastante pragmática no que diz respeito à uma metodologia para a implantação da gerência de desempenho em redes de computadores.

O primeiro deles diz respeito à implementação da gerência de redes nos ambientes corporativos. Pôde-se comprovar, através de conversas com pessoas responsáveis pelos ambientes de TI de algumas empresas, que a gerência de redes, na maioria das vezes, não é implementada; e quando é, nem sempre ocorre da maneira correta. É comum, entre os administradores desses ambientes, a adoção de medidas reativas, o conhecido “apagar incêndio”, isto por despreparo desses administradores, ou pela falsa idéia de que a adoção de uma gerência pró-ativa acarretaria em aumento de custo para a empresa.

Um outro fato diz respeito às ferramentas de gerência. Como pôde ser verificado, existe uma quantidade bastante grande de ferramentas disponíveis, algumas com um custo bastante elevado, outras com um custo relativamente baixo, comparado aos benefícios que as mesmas podem trazer para o ambiente corporativo; e outras sem custo algum, disponibilizadas gratuitamente na rede mundial.

Ainda com relação a essas ferramentas, verificou-se também que suas possibilidades são bastante variadas. Na maioria dos casos, porém, nem sempre os recursos desejados se encontram disponibilizados em uma única ferramenta, fazendo-se necessária a utilização de um conjunto dessas ferramentas. Em algumas ferramentas, pode-se encontrar uma gama de recursos bastante completa, porém seus custos podem ser bastante elevados, principalmente no que diz respeito às empresas que possuem ambientes computacionais de pequeno e médio porte.

Com o propósito de mostrar a importância da gerência de desempenho em ambientes computacionais, permitindo o acesso às técnicas necessárias à sua implementação, mesmo para aqueles administradores com pouca experiência, esse trabalho contribui com uma visão bastante pragmática e cotidiana da gerência de desempenho, indicando, passo a passo, as ações a serem tomadas em cada uma das fases da metodologia apresentada.

A validação dessa metodologia foi feita através de um estudo de caso, onde a metodologia foi aplicada na rede corporativa do INATEL, com o intuito de verificar a influência da utilização de largura de banda de seus principais enlaces, em seu desempenho total. Pôde-se comprovar sua aplicabilidade e eficiência, através da possibilidade de implementação de cada uma de suas fases.

Nesse estudo de caso, foi possível também verificar a necessidade e a importância de um monitoramento constante da rede, possibilitando, assim, a percepção de possíveis eventos que, mais tarde, possam resultar em problemas graves para o desempenho da rede. Esse conhecimento prévio do comportamento da rede é também fundamental para a aplicação do Planejamento de Capacidade, quando necessário.

Embora, nesse estudo de caso, não se tenha dado ênfase às demais áreas de aplicação da metodologia, onde ficou-se restrito apenas à análise de utilização de largura de banda, fica bastante evidente a versatilidade da metodologia, permitindo sua aplicação para qualquer área que necessite do gerenciamento de desempenho.

Pôde-se verificar também, que várias das ferramentas de coleta de dados nem sempre fornecem ao usuário os resultados no formato desejado para a análise, havendo a necessidade de um tratamento adicional a esses dados.

Ainda, no caso das ferramentas de simulação, estas, em sua grande maioria, apresentam poucas opções de integração com as ferramentas de coleta de dados, fazendo-se necessários tratamentos prévios nos dados coletados antes de sua utilização por essas ferramentas.

Associados à elaboração desse trabalho, foram desenvolvimentos paralelamente, os seguintes projetos de iniciação científica:

- *Análise de Desempenho em Redes de Computadores: Estudo de Ferramentas Computacionais de Gerência.* Projeto financiado pela FINATEL. INATEL, fevereiro/2002 a janeiro/2003.
- *Desenvolvimento de uma Ferramenta Computacional para Auxílio na Prática da Gerência de Desempenho em Redes de Computadores.* Projeto financiado pela FAPEMIG. INATEL, maio/2003 a março/2004.
- *Implantação de uma Infra-estrutura de Gerência de Rede no Ambiente de Tecnologia da Informação do INATEL.* Projeto financiado pela

FINATEL. INATEL, novembro/2003 a junho/2004.

As atividades desenvolvidas nesse trabalho geraram ainda, os seguintes artigos:

- *Uma Metodologia Pragmática para Análise e Aplicação de Ferramentas de Gerência*, artigo publicado na Revista Científica Periódica: TELECOMUNICAÇÕES, do INATEL, Santa Rita do Sapucaí, vol. 06, número 02, páginas 34-46, Dezembro, 2003.
- *Uma Metodologia para Avaliação de Desempenho em Redes Corporativas: Análise e Aplicação de Ferramentas de Gerência*, artigo publicado na Revista Científica da FAI (Faculdade de Administração e Informática), Santa Rita do Sapucaí, vol. 03, número 01, páginas 13-23, 2003.

Uma vez que o assunto é bastante amplo, várias são as possibilidades de trabalhos futuros. Um deles seria o desenvolvimento de uma ferramenta computacional que implemente a metodologia apresentada, permitindo a representação dos dados coletados já num formato pronto para a análise, conforme opção do administrador. Ainda, sugere-se também nessa ferramenta, o uso de um padrão aberto, possibilitando sua integração com outras ferramentas disponíveis, tanto de coleta de dados como de simulação.

Uma segunda sugestão seria a elaboração de um sistema autônomo de gerência, possibilitando a tomada de decisões pertinentes a cada uma das fases com um mínimo de interferência por parte do administrador, fazendo-se uso da aplicação de modelos baseados em agentes inteligentes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] CARVALHO, Tereza C. M. B.; “*Gerenciamento de Redes: Uma Abordagem de Sistemas Abertos*”. São Paulo: Makron Books, 1993.
- [2] CARVALHO, Tereza C. M. B. e CLEMENTI, Sérgio.; *Metodologia para Especificação e Implementação de Solução de Gerenciamento*. São Paulo: EPUSP, 1999. (<http://rmav-sp.larc.usp.br/Documentos/clementi.pdf>).
- [3] COMER, Douglas E.; “*Interligação em Redes com TCP/IP. Volume 1: Princípios, Protocolos e Arquitetura*”. Segunda Edição. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1998.
- [4] DIAS, B. Z.; JUNIOR, N. A.; “*Protocolo de Gerenciamento SNMP*”. CBPF-NT-0006/01. (capturado em 18/09/02, <http://mesonpi.cat.cbpf.br/e2002/notas.html>).
- [5] DRAGO, Ádrian B.; “*Uma Ferramenta Computacional para Auxílio na Prática da Gerência de Desempenho de Redes de Computadores*”. Dissertação (Mestrado em Informática) – Programa de Pós-Graduação em informática, Universidade Federal do Espírito Santo, 2001.
- [6] GARCIA, A. S.; *Avaliação de Desempenho*. Vitória: Universidade Federal do Espírito Santo, 1997.
- [7] GARCIA, A. S.; GIMENEZ, E. J. C.; ANDRADE, R. C. F.; MARQUES, M. D.; “*Uma Metodologia Pragmática para Análise e Aplicação de Ferramentas de Gerência*”. Revista Científica Telecomunicações. INATEL. Volume 6, Número 2, Dezembro de 2003.
- [8] GARCIA, A. S.; GIMENEZ, E. J. C.; ANDRADE, R. C. F.; MARQUES, M. D.; “*Uma Metodologia para Avaliação de Desempenho em Redes Corporativas: Análise e Aplicação de Ferramentas de Gerência*”. Revista Científica da FAI. Volume 3, Número 1, 2003.
- [9] GEISER, Gerd E.; “*Local Area Networks*”. Singapore: McGraw-Hill, 1989.
- [10] HALSALL, Fred; “*Data Communications, Computer Networks and Open Systems*”. Fourth Edition. USA: Addison-Wesley, 1996.

- [11] JAIN, Raj; *“The Art of Computer Systems Performance Analysis: Techniques for Experimental Design, Measurement, Simulation, and Modeling”*. New York: John Wiley, 1991.
- [12] JÚNIOR, Egídio I.; *“Uma Proposta de Metodologia para Análise de Desempenho de Redes IEEE 802.11 Combinando a Gerência SNMP e Ferramentas de Simulação”*. Dissertação (Mestrado em Telecomunicações) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, Instituto Nacional de Telecomunicações, 2003.
- [13] KUROSE, James F.; ROSS, Keith W.; *“Rede de Computadores e a Internet: Uma Nova Abordagem”*. Primeira Edição. São Paulo: Addison Wesley, 2003.
- [14] LESSA, D.; *“O Protocolo de Gerenciamento RMON”*. RNP-News Generation, vol.3, número 1, 15/01/1999 (www.rnp.br/newsgen/index.html).
- [15] LOPES, R. V.; SAUVÉ, J. P.; NICOLLETTI, P. S.; *“Melhores Práticas para Gerência de Redes de Computadores”*. Rio de Janeiro: Editora Campus, 2003.
- [16] MENASCÉ, Daniel A.; Almeida, VIRGILIO A. F.; DOWDY, Larry W.; *“Capacity Planning and Performance Modeling: From Mainframes to Client-Server Systems”*. New Jersey: Prentice Hall, 1994.
- [17] MONTEIRO, Maxwell E.; *“Metodologia para Gerência Pró-ativa de Desempenho em Redes de Computadores”*. Dissertação (Mestrado em Informática) – Programa de Pós-Graduação em Informática, Universidade Federal do Espírito Santo, 2000.
- [18] MRTG – The Multi Router Traffic Grapher (capturado em 11/02/03, <http://people.ee.ethz.ch/~oetiker/webtools/mrtg/mrtg.html>).
- [19] NetBoySuite – EtherBoy, PacketBoy and WebBoy User Manual. NDG Software, Inc., 1999. (capturado em 21/09/02, <http://ns3.ndgsoftware.com/Support/faqs/index.html>)
- [20] OPNET; *“LAB Manual. QuickStart. ITGuru”*. OPNET Technologies, Inc. (capturado em 01/11/03, <http://www.opnet.com/services/university/home.html>).
- [21] SHARPE R.; WARNICKE, E.; *Ethereal User’s Guide: v1.1 for Ethereal 0.8.19*. NS Computer Software and Services P/L, 2001. (capturado em 10/08/02, <http://www.ethereal.com/docs/user-guide>).

- [22] Sniffer Technologies; *Sniffer Basic – Getting Started Guide: Release 4.5*. NAI-453-0011-1, Networks Associates Technology, Inc., Fevereiro, 2001.
- [23] Sniffer Technologies; *Sniffer Basic - Installation Guide: Release 4.5*. NAI-467-0061-1, Networks Associates Technology, Inc., Fevereiro, 2001.
- [24] SOARES, Luiz F. G.; LEMOS, Guido; COLCHER, Sérgio. “*Redes de Computadores: das LANs, MAN e WANs às Redes ATM*”. Segunda Edição. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1995.
- [25] SolarWinds Network Toolbox, v.5.5, Engineer’s Edition. SolarWinds.Net, Inc. (capturado em 05/04/04, www.solarwinds.net).
- [26] STALLINGS, W.; “*SNMP, SNMPv2, SNMPv3, and RMON 1 and 2*”. Third Edition. USA: Addison Wesley, 1999.
- [27] What’s ntop? (<http://www.ntop.org/ntop.html>).

ANEXO A - ANÁLISE E APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DE GERÊNCIA

A.1 Introdução

Como descrito anteriormente, a prática da gerência de desempenho compreende três atividades básicas: monitoramento, controle e planejamento de capacidade. O monitoramento tem como função investigar as atividades na rede; o controle, fazer os ajustes necessários para a melhora de seu desempenho; e o planejamento de capacidade tem a função de identificar pontos de estrangulamento do sistema e apontar alternativas quanto a capacidade necessária para manter o bom funcionamento das aplicações/serviços suportados pela rede. Então, algumas das preocupações da Gerência de Desempenho são:

- Qual o nível de utilização da capacidade total?
- Existe tráfego tratado de forma não eficiente?
- A vazão de tráfego tem alcançado níveis inaceitáveis?
- Existe algum "gargalo"?
- O tempo de resposta está aumentando?

Para tratar estas questões, o gerente de rede deve focar seu trabalho em um conjunto de recursos a serem monitorados para então fazer uma estimativa de desempenho. Isso inclui associar métricas e valores que constituirão a formação de um cenário de referência (*baseline*), onde serão feitas análises que possibilitarão a caracterização do desempenho atual do ambiente. Contudo, para uma maior eficiência nesse processo, é imprescindível a utilização de recursos computacionais que proporcionem um maior dinamismo e precisão no levantamento dos dados necessários à formatação dos diagnósticos que descrevem o estado atual da rede.

Muitos são os recursos computacionais disponíveis no mercado, apresentando diferenças no custo, na facilidade de utilização e, principalmente, nas funcionalidades oferecidas para a gerência. A dúvida do gerente então é: quais dentre esses recursos (*softwares*) seriam os mais indicados para a minha proposta de gerência?

No intuito de contribuir para a implantação de uma gerência de desempenho pró-ativa é apresentada uma metodologia de testes que ajudará responder a questão acima. A seguir, validando essa metodologia, é feita a análise de alguns *softwares* de

gerência, onde são destacadas suas principais funcionalidades. Indiretamente, faz-se um comparativo entre softwares livres (*free*) e aqueles que necessitam de licença, confrontando seus pontos fortes e fracos.

A.2 Parâmetros para Análise

Tendo em vista que os *softwares* a serem analisados são de diferentes desenvolvedores e apresentam uma variedade de funcionalidades, alguns oferecendo mais recursos, outros menos, torna-se necessário definir um conjunto único de parâmetros a serem analisados. A seguir são descritos os parâmetros utilizados como referência na análise.

- **Obtenção do produto:** é citada a fonte e a forma de aquisição do *software*.
- **Configuração mínima:** descrição de hardware e sistema operacional necessários.
- **Instalação:** são mostrados os procedimentos para instalação do programa e configurações necessárias, indicando o grau de dificuldade encontrado.
- **Eficiência de operação:** descreve o software quanto as suas principais funcionalidades, ausência de um dado recurso e nível de dificuldade de operação.
- **Consumo de memória:** quantidade de memória consumida pelo programa na sua execução. Este parâmetro foi medido a partir do Gerenciador de Tarefas do Windows.
- **Consumo de CPU:** indica a utilização da CPU, medido com o *software* em processo de captura de dados. Parâmetro também medido a partir do Gerenciador de Tarefas do Windows.
- **Seleção da interface de captura:** descreve o procedimento de seleção da interface de rede a ser utilizada no processo de captura.
- **Configuração de agentes remotos:** verifica a possibilidade de instalação de agentes remotos para coleta dos dados.
- **Utilização da rede:** tem como objetivo analisar quanto de recurso da rede é utilizado pelo *software*, caso utiliza, uma vez que o *overhead* gerado pode ser um fator de rejeição desse *software*.

- **Características básicas:** descreve as características que proporcionam uma visão geral da capacidade de operação do *software*.
- **Captura de dados:** descreve os procedimentos a serem seguidos no processo de captura de dados, bem como as dificuldades encontradas durante a configuração desta tarefa.
- **Configuração do buffer no processo de captura:** descreve como configurar o tamanho do buffer a ser utilizado no processo de captura, caso exista esta opção.

Para cada *software* analisado, os parâmetros acima devem ser quantificados, e esses valores armazenados em uma planilha. Assim, ao término das análises, pode-se comparar os resultados obtidos e escolher, de forma mais segura, aquele que melhor se enquadra à tarefa desejada. Em função das necessidades do monitoramento, pode-se ter como escolha um ou mais softwares. A Tabela A.1 ilustra um modelo de planilha que poderá ser utilizada.

Tabela A.1 - Planilha comparativa dos *softwares* em análise.

Parâmetros	<i>Softwares</i> analisados
Custo	Pontuação recebida em cada parâmetro
Configuração mínima	
Instalação	
Eficiência de operação	
Consumo de memória	
Consumo de CPU	
Seleção da interface de captura	
Configuração de agentes remotos	
Utilização da rede	
Características básicas	
Captura de dados	
Configuração do <i>buffer</i>	

A.3 Ambiente de teste

O ambiente de testes foi o Laboratório de Comunicações Digitais (Lab II-1) do INATEL, que permitiu simular diferentes tipos de tráfego (dados, vídeo e áudio), permitindo uma visão mais consistente dos recursos de cada ferramenta. A Figura A.1 ilustra a topologia desse ambiente.

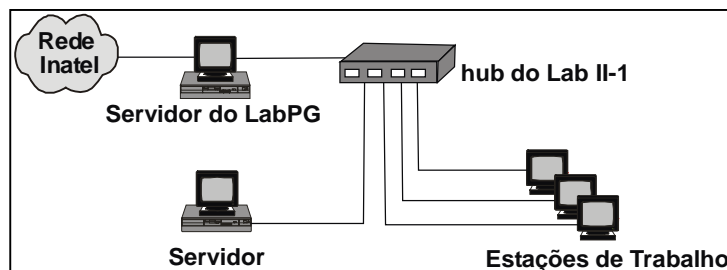


Figura A.1 - Topologia do ambiente de testes - Lab II-1.

O Lab-II 1 possui uma rede local padrão *Ethernet*, com velocidade de 10 Mbps, sendo constituída por 1 estação servidora (impressão e aplicativos) e 16 estações de trabalho. As estações estão conectadas a um hub, e este, conectado a um servidor no Laboratório de Pós Graduação (LabPG), que está atuando como roteador (Windows NT Server), permitindo a conexão entre a rede do laboratório (endereço IP 192.168.40.0) e a rede do INATEL (endereço 192.168.10.0). As estações utilizadas na análise dos softwares possuem processadores Intel Pentium III, com 64 MB de RAM e HD de 4 GB. O sistema operacional utilizado é o Microsoft Windows NT Workstation 4.0.

A.4 Descrição da metodologia de teste

A metodologia de testes utilizada consiste em uma seqüência de passos a serem seguidos, disponibilizando os resultados necessários para a avaliação dos *softwares* e, como consequência, uma melhor escolha. A seqüência desses passos é descrita a seguir, definindo dois procedimentos:

1º Procedimento - Tornar o *software* disponível para uso

- Obtenção do produto;
- Análise dos requisitos de *hardware* e *software* necessários, definidos pelo fabricante;
- Instalação do *software*, verificando todas as dificuldades encontradas;
- Verificação do espaço ocupado em disco;
- Verificar se o mesmo encontra-se funcionando de maneira adequada.

2º Procedimento - Análise dos parâmetros descritos no 5.2

- Verificar as funcionalidades disponibilizadas;
- Identificar quais camadas do Modelo OSI podem ser analisadas;
- Identificar quais protocolos podem ser analisados;
- Verificar como selecionar uma interface na qual os dados serão coletados;
- Inicializar e encerrar o processo de captura dos dados;
- Analisar os dados capturados, as opções disponíveis e verificar se existe algum mecanismo para filtrar os dados;
- Armazenar os dados capturados;
- Verificar o consumo de recursos da rede, da CPU e da memória pelo programa;
- Verificar a possibilidade do programa suportar agentes remotos.

Seguindo esses dois procedimentos, tem-se as informações necessárias ao preenchimento da planilha elaborada para conter os valores relativos a cada um dos programas em análise.

A.5 Softwares Analisados

Os programas analisados mostraram funções avançadas, embora algumas estivessem desativadas nas versões avaliadas. De uma maneira geral apresentaram características comuns, sendo semelhantes na forma de captura e visualização dos gráficos. A seguir serão apresentadas as características dos programas selecionados.

A.5.1 Sniffer Pro 3.0 **

Se trata de uma ferramenta paga, produzida pela Network Associates Technology (<http://www.networkassociates.com>)

**Atualmente, o Sniffer Pro não é mais disponibilizado pela Networks Associates, tendo sido substituído pela ferramenta Netasyst Network Analyzer (http://www.networkassociates.com/us/products/sniffer/network_performance_management/netasyst_networkanalyzer_lan.htm).

- Obtenção do Produto

Contato no Brasil: Rua Geraldo Flausino Gomes 78, 5º andar, Brooklin Novo, São Paulo, SP - 04575-060. Fone: (11) 5505 1009. Fax: (11) 5503 0131.

- Configuração Mínima

Tabela A.2 - Configuração mínima do Sniffer Pro.

Sistema Operacional	Microsoft Windows 98, NT com Service Pack 3, 4, 5 e 6a, ou 2000. Microsoft Internet Explorer 5.01 com Microsoft Virtual Machine.
CPU	Pentium II 400MHz
Memória	128 MB RAM
Ocupação em Disco	32 MB.
Adaptador de Rede	Placa configurada com endereço IP e conectada à rede.

- Instalação

O *software* não traz nenhuma complicação durante a instalação, bastando executar o arquivo de instalação e seguir as instruções. Uma das etapas será o registro do produto.

- Eficiência de Operação

De um modo geral, o *software* se mostrou muito eficiente nos processos de monitoração e coleta de informações do ambiente em que foram feitos os testes. Há uma disponibilidade de recursos muito grande, facilitando a geração de diversos relatórios. Uma dificuldade encontrada é a não possibilidade de agendamento simultâneo de *jobs*, ou seja, monitoramentos início e término pré-configurados só podem ser configurados um por vez.

- Consumo de Memória

A execução do programa consome aproximadamente 15 MB de memória.

- Consumo de CPU

Observa-se um consumo entre 1% e 3%, com a ferramenta em processo de captura de pacotes.

- Seleção da Interface de Captura

O *Sniffer Pro* possibilita a abertura de sessões independentes do programa, cada qual relacionada a uma placa de rede diferente. O processo de configuração para tal não impõe nenhuma dificuldade, sendo a interface bastante amigável, como mostra a Figura A.2.

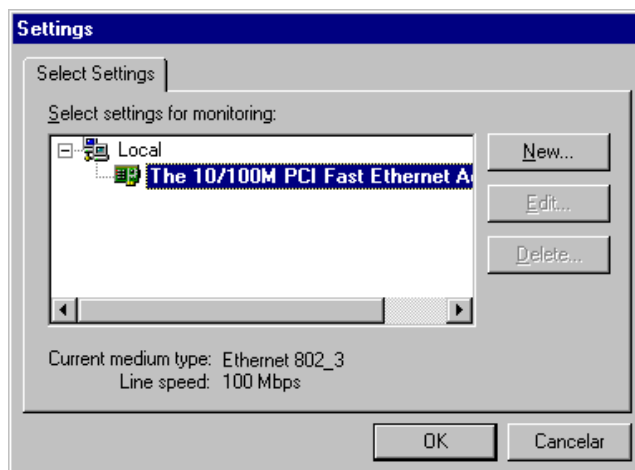


Figura A.2 - Tela de seleção da interface de captura.

- Configuração de Agentes Remotos

É possível ativar a captura de pacotes utilizando uma *interface* remota, porém este ensaio não foi realizado devido a versão em uso não disponibilizar tal recurso.

- Utilização da Rede

Por se tratar de um *sniffer*, não há utilização de recursos da rede monitorada, levando-se em consideração a não utilização de agentes remotos.

- Características Básicas

- Monitora as atividades da rede em tempo real;
- Coleta dados de utilização e estatística de erros para uma estação em particular ou conjunto de estações;
- Permite montar um histórico com os dados até então analisados;
- Gera alarmes visíveis e audíveis (alarme configurado de acordo com a necessidade imposta);
- Notifica o administrador da rede quando problemas são detectados;

- Possibilita a captura de pacotes para uma análise mais detalhada;
- É dotado de funções como simulação de tráfego, medida de tempo de resposta, contagem de saltos e pesquisa de erros;
- É aplicável às tecnologias de rede *Ethernet*, *Fast-Ethernet*, *Gigabit Ethernet*, *Token Ring* e *ATM*, decodificando mais de 200 protocolos.

- Captura dos Dados

O processo de captura de pacotes é facilmente executado devido a interface com os controles de captura ser de fácil entendimento, como mostra a Figura A.3. Este processo possibilita o levantamento de medidas e realização de cálculos sobre o tráfego para uma análise mais minuciosa das atividades na rede.

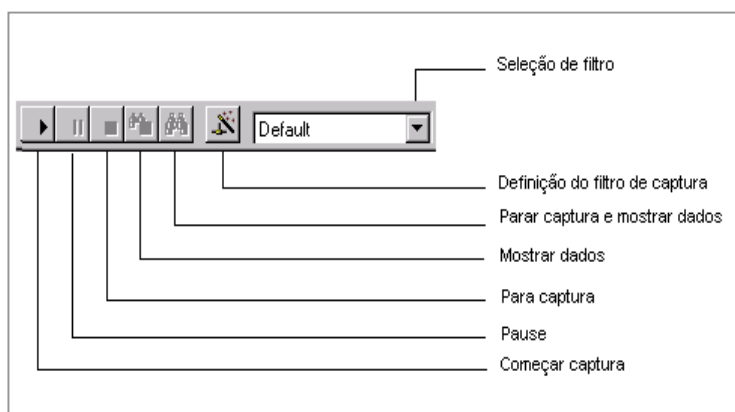


Figura A.3 - Controles de captura de pacotes.

Feita a captura dos pacotes, é possível decodificar seus conteúdos, obtendo-se assim, informações mais detalhadas sobre as transações que estão ocorrendo. Pode-se configurar filtros, possibilitando uma captura mais específica, onde se seleciona quais estações de trabalho serão analisadas, bem como o tamanho e o tipo de pacote a ser capturado.

O *status* do processo é mostrado pelo painel de captura, mostrado na Figura A.4. Ele permite visualizar a quantidade de pacotes capturados e o percentual já preenchido do buffer de captura. Uma amostra mais detalhada dos dados pode ser obtida na opção *Detail*. Por fim, podemos configurar intervalos (disparos de captura) em horários e dias previamente definidos, porém não é possível configurar diferentes intervalos em um mesmo dia.

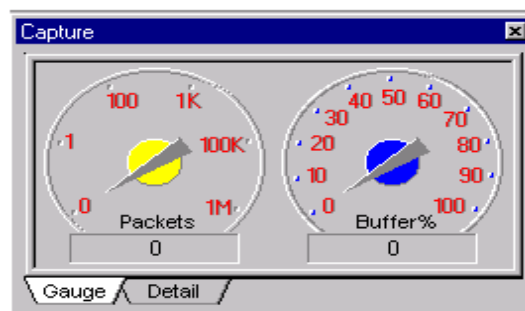


Figura A.4 - Painel de captura

- Configuração do Buffer no Processo de Captura

O tamanho do buffer de captura pode ser configurado de 256 KB a 192 MB.

A.5.2 V.2 Ethereal 0.9.4

- Obtenção do Produto

O Ethereal é um analisador de protocolos de rede *free*, estando disponível no endereço <http://www.ethereal.com>.

- Configuração Mínima

Tabela A.3 - Configuração mínima do Ethereal 0.9.4.

Sistema Operacional	AIX, BeOS, Caldera (SCO), Debian GNU/Linux, FreeBSD, Gentoo, HP, HP-UX, Irix, LinuxPPC, Linux Mandrake, MacOS X, NetBSD, OpenBSD, Red Hat Linux, Solaris/Intel, Solaris/SPARC, Slackware Linux, Windows 95/98/ME/NT/2000/XP, entre outros
CPU	Informação não disponibilizada na página do <i>software</i> .
Memória	Informação não disponibilizada na página do <i>software</i> .
Ocupação em Disco	Aproximadamente 20 MB.
Adaptador de Rede	Placa configurada com endereço IP e conectada à rede.

- Instalação

O *software* não traz nenhuma complicação durante a instalação, bastando executar o arquivo de instalação e seguir as instruções. No Windows 95/98/ME/NT/2000/XP, para efetuar a captura de pacotes será necessário instalar o driver de captura Winpcap, disponível para download na página: <http://winpcap.polito.it>.

- Eficiência de Operação

A ferramenta possibilita a prática de *sniffing* através de comandos e configurações de fácil entendimento. Observa-se uma deficiência no que se diz respeito a interface gráfica, como por exemplo, o gráfico de *throughput* no segmento, onde se tem uma difícil interpretação do gráfico representado.

Um detalhe importante, e muito favorável, é que o Ethereal possui o código fonte aberto, permitindo sua implementação e adaptação de acordo com a necessidade do ambiente.

De maneira geral, o Ethereal, apesar de ser uma ferramenta simples, possui suas funcionalidades bem aplicáveis à coleta de dados em uma rede.

- Consumo de Memória

A execução do programa consome aproximadamente 6 MB de memória.

- Consumo de CPU

Observa-se um consumo entre 4% e 8% com a ferramenta em processo de captura de pacotes, o que pode ser considerado razoavelmente baixo.

- Seleção da Interface de Captura

O Ethereal possibilita a abertura de sessões independentes, cada qual relacionada a uma placa de rede diferente. O processo de configuração da interface de captura não impõe nenhuma dificuldade, como ilustra a Figura A.5, a seguir.

- Configuração de Agentes Remotos

O Ethereal não possibilita a captura de pacotes utilizando agentes remotos.

- Utilização da Rede

Por ser um *sniffer*, e não possuir suporte a agentes remotos, não gera nenhum tráfego adicional ao segmento de rede em análise.

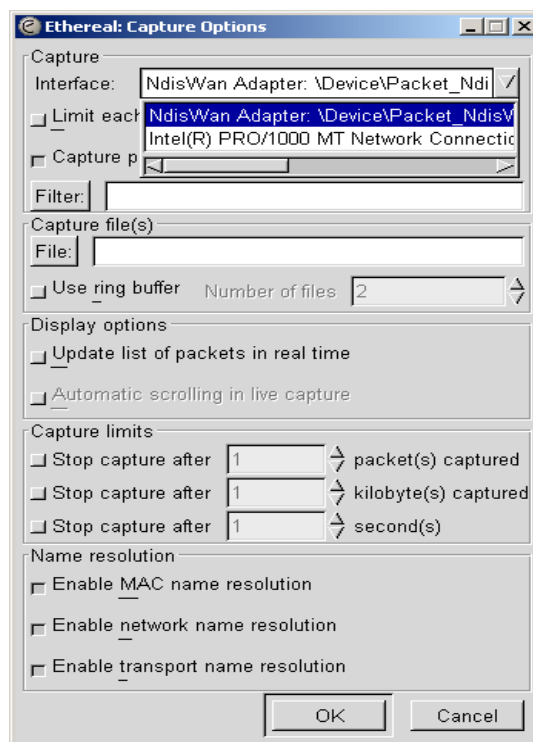


Figura A.5 - Opções de captura de pacotes.

- Características Básicas
 - Permite a captura de pacotes em um segmento com atividades em tempo real;
 - Possui o recurso de filtro de captura, onde se particulariza o tipo de pacotes que se deseja capturar para posterior análise;
 - Possui recursos estatísticos onde podem ser levantadas, por exemplo, porcentagem de utilização de um certo protocolo, média de pacotes por segundo no segmento, intervalo entre o primeiro pacote e o último pacote capturado, tráfego em bytes e média de bytes por segundo.
 - É possível visualizar o conteúdo de um pacote em particular fazendo uso da ferramenta *Follow TCP Stream* no menu *Tools*, onde se seleciona a formatação dos dados (ASCII, EBCDIC, *Hexa*) e assim tem-se a decodificação do conteúdo;
 - Possui suporte para uma grande variedade de protocolos, o que amplia sua capacidade de aplicação em diferentes tecnologias de rede.

- Captura dos Dados

O processo de captura de pacotes no Ethereal baseia-se em configurações como seleção da interface de rede, do filtro e do arquivo onde serão gravados os dados coletados, além das opções de exibição, limite de captura e resolução de nomes. Tais operações podem ser efetuadas de maneira simples através da tela de captura, mostrada na Figura 5 acima.

- Configuração do Buffer no Processo de Captura

O software não possui nenhuma configuração específica para determinação do tamanho do buffer de captura.

A.5.3 Analyzer 2.2

- Obtenção do Produto

O Analyzer é uma software para análise de rede, disponível para download no endereço <http://analyzer.polito.it/install/default.htm> .

- Configuração Mínima

Tabela A.4 - Configuração mínima do Analyzer 2.2.

Sistema Operacional	Ambientes Windows 32 Bits
CPU	Informação não disponibilizada na página do <i>software</i> .
Memória	Informação não disponibilizada na página do <i>software</i> .
Ocupação em Disco	4 MB.
Adaptador de Rede	Placa configurada com endereço IP e conectada à rede.

- Instalação

O arquivo capturado na página de *download* é um aplicativo de auto-extração, bastando, após o *download*, informar o local onde os componentes do Analyzer serão descompactados. Assim como o Ethereal, o Analyzer também necessita do *driver* de captura Winpcap.

- Eficiência de Operação

Se tratando de um *sniffer*, possui várias funcionalidades relacionadas a coleta de dados e monitoramento de aplicações em tempo real. Uma boa interface gráfica

contribui para uma fácil interação com o usuário, bem como para uma boa visualização dos dados coletados.

Permite, em tempo real, avaliar o tráfego das camadas de enlace, rede, transporte e aplicação, conforme seleção do usuário.

- Consumo de Memória

A execução do programa consome aproximadamente 2 MB de memória.

- Consumo de CPU

Observa-se um consumo de 2% a 5% com o programa em processo de captura de pacotes, o que pode ser considerado razoavelmente baixo.

- Seleção da Interface de Captura

Assim como os softwares apresentados anteriormente, o Analyzer permite que mais de uma sessão do programa seja aberta possibilitando a captura através de diferentes interfaces de rede. A seleção da interface é simples, sendo feita através de uma interface bastante amigável, conforme mostra a Figura A.6.

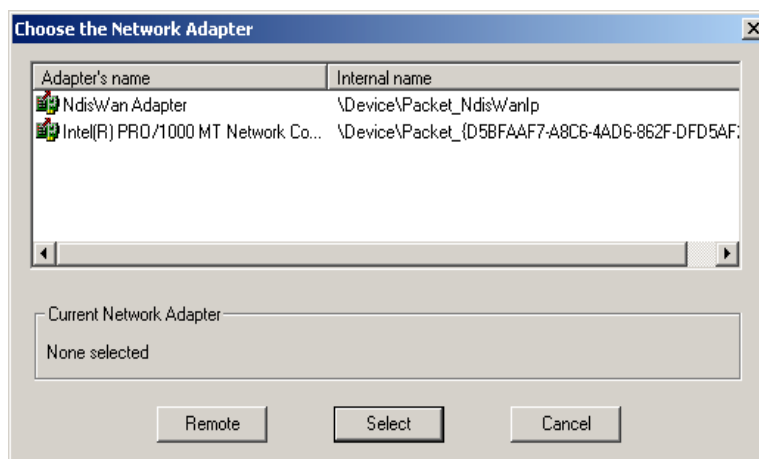


Figura A.6 - Tela de seleção de interface de captura.

- Configuração de Agentes Remotos

O Analyzer não possibilita a captura de pacotes utilizando agentes remotos.

- Utilização da Rede

Por ser um *sniffer* e não possuir suporte a agentes remotos, não gera nenhum tráfego adicional ao segmento da rede.

- Características Básicas

- Captura de pacotes e análise gráfica das atividades do ambiente gerenciado em tempo real;
- Dado um processo de captura, pode-se filtrar os pacotes capturados referentes a um dado protocolo, tamanho em bytes e outros parâmetros;
- Levantamento de estatísticas MAC (*Medium Access Control*) como quadros perdidos no buffer, quadros não transmitidos por excesso de colisão, número de quadros recebidos com erros e sem erros, velocidade do enlace, quadros transmitidos com sucesso após uma colisão, dentre outras;

- Captura dos Dados

O processo de captura consiste em dois processos de configuração: seleção da interface de rede a ser usada na coleta dos dados e definição do filtro de captura. A seleção da interface de rede é um procedimento muito simples, bastando somente abrir a caixa de diálogo correspondente e selecionar o respectivo dispositivo de rede (Figura A.6). A configuração do filtro, permitindo a análise de diversos parâmetro das camadas de enlace, rede, transporte e aplicação, é feita simplesmente selecionando-se a respectiva camada e o parâmetro de análise desejado, como mostra a Figura A.7.

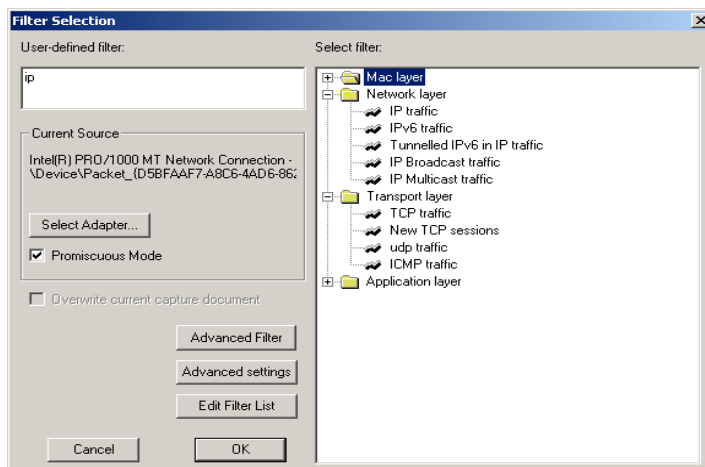


Figura A.7 - Tela de captura de dados.

- Configuração do Buffer no Processo de Captura

No configuração do processo de captura, é disponibilizada a opção de tamanho de *buffer*, que pode ser definido entre os valores de 256 KB a 128 MB, como mostra a Figura A.8.

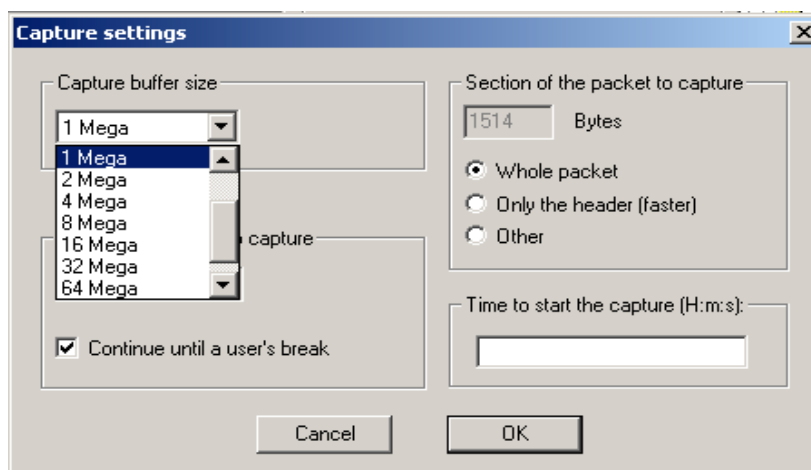


Figura A.8 - Configuração do *buffer*.

A.5.4 NetBoy Suite 2.0

O NetBoy Suite 2.0 é um pacote de ferramentas de gerência formado por três módulos: o EtherBoy, o PacketBoy e o WebBoy, possibilitando a visualização do tráfego da rede, a captura e decodificação de pacotes além do monitoramento de tráfego de Internet.

- Obtenção do Produto

O produto pode ser adquirido diretamente através do endereço eletrônico <https://ssl.networkharmoni.com/ndgorder/nb30orderform.html>. Também se encontra disponível para download uma versão trial, no endereço <http://ns3.ndgsoftware.com/Home/index.html>.

- Configuração Mínima

Tabela A.5 - Configuração mínima do NetBoy Suite 2.0.

Sistema Operacional	Microsoft Windows 9x/Me/ NT/2000.
Acesso Internet	Acesso Internet Requerido
CPU	Intel Pentium II 400MHz
Memória	128 MB RAM
Ocupação em Disco	Aproximadamente 15 MB.
Adaptador de Rede	Placa configurada com endereço IP e conectada à rede.

- Instalação

A versão analisada foi a versão 2.0 *trial*, disponibilizada para uso por 14 dias. Para a instalação, após o *download*, basta simplesmente executar o arquivo carregado e seguir as instruções. Uma delas será informar o número serial do produto, enviado para a caixa postal indicada durante o cadastro do usuário no processo para o *download*.

- Ocupação de disco

Aproximadamente 15 MB.

- Eficiência de Operação

O NetBoy Suite 2.0 é um pacote de softwares dotados de recursos gráficos que facilitam a visualização das informações disponibilizadas. Pelo fato da versão analisada ser uma versão *trial*, algumas funcionalidades apresentaram certas limitações, como exemplo, a captura máxima de 50 pacotes pelo PacketBoy, finalizando o processo de captura quando essa quantidade é alcançada. Identificou-se também a não possibilidade de agendamento de jobs.

O monitoramento da rede pelo EtherBoy ocorre de maneira satisfatória, gerando estatísticas e relatórios com dados importantes para a avaliação do ambiente. Pode-se obter informações como o ranking dos hosts que geram e recebem mais tráfego, enlaces mais sobrecarregados, alarmes com maior ocorrência, etc.

O WebBoy permite o monitoramento do tráfego de Internet, gerando estatísticas importantes, tais como URLs (*Universal Resource Locator*) mais acessadas, estações que mais acessam a Web, servidores Web mais acessados, dentre outras.

O NetBoy Suite 2.0 é um pacote cujos módulos proporcionam uma visão eficiente do ambiente em estudo possibilitando ao administrador, através dos dados coletados e estatísticas disponibilizadas, identificar possíveis problemas em seu ambiente de rede.

- Consumo de Memória
 - EtherBoy: consumo de aproximadamente 5 MB com o programa em execução.
 - PacketBoy: consumo de aproximadamente 3 MB com o programa em execução.
 - WebBoy: consumo de aproximadamente 11 MB com o programa em execução.

- Consumo de CPU
 - EtherBoy: consumo de aproximadamente 3%.
 - PacketBoy: consumo de aproximadamente 2%.
 - WebBoy: consumo de aproximadamente 4%.

- Seleção da Interface de Captura

A interface de captura é simples, selecionando-se a placa de rede na tela *Network Adapters*, como mostra a Figura A.9.

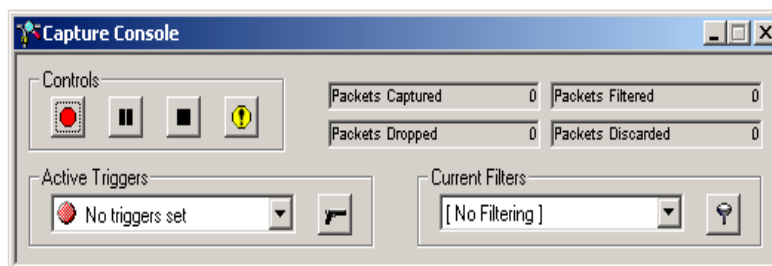


Figura A.9 - Seleção da interface nos módulos do NetBoySuite 2.0

- Configuração de Agentes Remotos

A NDG Software possui um agente remoto, o NetBoy Agent, disponibilizado na versão NetBoy Suite 3.0, que pode ser instalado e configurado para coleta de dados e monitoramento remoto. A versão analisada não possui tal módulo.

- Características Básicas

- Captura de pacotes e monitoramento do tráfego da rede/Internet em tempo real;
- Possibilita a criação de filtros para captura de pacotes;
- Alarmes podem ser gerados sob a ocorrência de certos eventos
- Disponibiliza estatísticas e relatórios nos formatos texto, HTML e RTF;
- Suporta uma grande variedade de protocolos;
- As três ferramentas do pacote trabalham independentemente, mas possuem funcionalidades que podem ser agregadas a fim de tornar o trabalho do administrador mais eficiente.

- Captura dos Dados

A captura dos dados é feita pelo PacketBoy e consiste na seleção da interface a ser usada na coleta dos dados e definição do filtro a ser utilizado para tal. É possível também através da ferramenta *Trigger Builder* criar uma regra para disparar o início do processo de captura. A Figura A.10 exhibe a tela de configuração desta atividade.

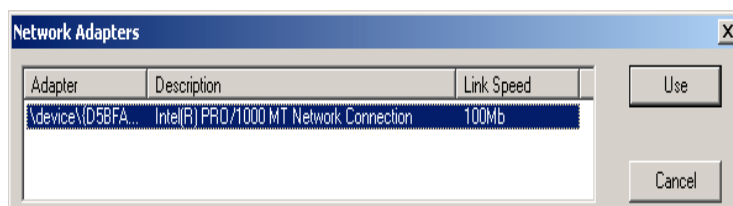


Figura A.10 - Tela de configuração do processo de captura no PacketBoY.

- Configuração do Buffer no Processo de Captura

O software não possui nenhuma configuração específica para configuração do tamanho do buffer para o processo de captura.

A.5.5 MRTG (Multi Router Traffic Grapher) 2.9.27

O MRTG é uma ferramenta para monitoramento de tráfego em enlaces, em tempo real, permitindo sua visualização através de páginas em HTML.

- Obtenção do Produto

É uma ferramenta free, que pode ser encontrada para download no endereço eletrônico <http://people.ee.ethz.ch/~oetiker/webtools/mrtg/index-2.html>. Além do MRTG,, também é necessária a instalação do compilador ActivePerl, disponibilizado no endereço <http://www.activestate.com/Products/ActivePerl> .

- Configuração Mínima

Tabela A.6 - Configuração mínima do MRTG 2.9.27.

Sistema Operacional	UNIX, Windows 95/98/ME/NT/2000, Linux, Mac OS X 10.1
CPU	Não disponível.
Memória	Não disponível.
Ocupação em Disco	MRTG 2.9.27: 3,86 MB.
	ActivePerl 5.8.0: 46,9 MB.
Adaptador de Rede	Placa configurada com endereço IP e conectada à rede.

- Instalação

O MRTG não necessita ser instalado. O arquivo adquirido na página informada é de auto-extração, bastando executá-lo e em seguida informar o local

onde o mesmo será descompactado. Apenas será necessário a criação de uma pasta para publicação das páginas com os gráficos. Para a instalação do ActivePerl basta executar o arquivo ActivePerl-5.8.0.805-MSWin32-x86 adquirido na página informada acima.

Após a instalação, deve-se relacionar os dispositivos a serem monitorados através da criação de um ou mais arquivos de configuração. Isto pode ser feito manualmente ou através da ferramenta *cfgmaker* pertencente ao pacote do MRTG.

- Eficiência de Operação

O MRTG é um gerente SNMP que permite a construção de páginas Web para a monitoração de sistemas. Acionado em intervalos regulares, o software consulta as MIBs dos dispositivos monitorados a fim de obter os valores das variáveis de interesse, especificados nos arquivos de configuração. De posse desses valores, ele gera gráficos contendo as curvas de evolução das variáveis monitoradas. Quatro tipos de gráficos podem ser gerados para a mesma medida: tráfego diário, tráfego semanal, tráfego mensal e tráfego anual. A Figura A.11 ilustra, como exemplo, os gráficos diário e semanal do tráfego correspondente ao enlace INATEL-Impsat, coletado em 01/07/2003.

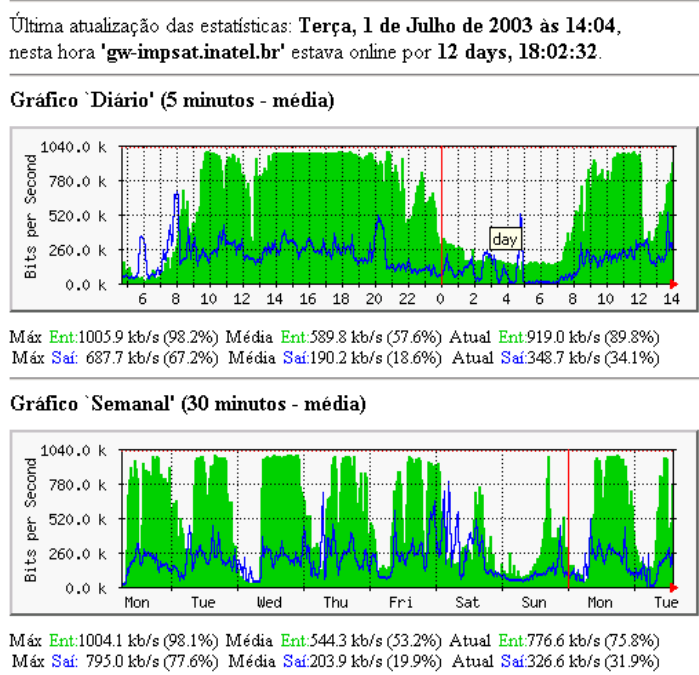


Figura A.11 - Exemplo de gráfico de tráfego gerado pelo MRTG.

- Consumo de Memória

A carga do programa consome aproximadamente 100 KB de memória RAM.

- Consumo de CPU

Observa-se um consumo médio muito baixo, próximo de 0 (zero), porém, no processo de atualização, ocorrem picos variando entre 13% e 18%.

- Seleção da Interface de Captura

Como mencionado anteriormente, o MRTG atua como um gerente SNMP, não realizando assim nenhum processo de captura de pacotes na rede.

- Configuração de Agentes Remotos

O MRTG não possui agentes remotos próprios, bastando que os dispositivos que se deseja monitorar estejam com os respectivos agentes SNMP ativos.

- Utilização da Rede

A carga gerada com a utilização do software é relativamente baixa acarretando pequena utilização da rede. Este parâmetro, porém, dependerá diretamente da quantidade de variáveis monitoradas (respostas dos agentes) e do intervalo de *pooling* (requisições do gerente).

- Características Básicas

- Geração de resultados gráficos no formato HTML;
- Permite o monitoramento de diversos parâmetros, tais como utilização da CPU, de disco e de memória, carga de um enlace físico, quantidade de pacotes (ou bits) que entram e saem de uma interface;
- Processo de gerenciamento baseado em método de *pooling*, utilizando o protocolo SNMP.

- Captura dos Dados

Por não ser uma ferramenta de prática de *sniffing*, o MRTG não realiza a captura dos dados na rede.

- Configuração do Buffer no Processo de Captura

Pelo mesmo motivo descrito no item anterior, não há configuração de buffer no software.

A.6 Análise Comparativa

De acordo com os resultados obtidos nos parâmetros combinados para a análise, monta-se uma tabela através da qual pode-se fazer um comparativo entre os softwares estudados. É importante ressaltar que todos os testes foram feitos em um ambiente de laboratório, onde se procurou, na medida do possível, retratar o comportamento de um ambiente real, permitindo validar a metodologia de teste e extrair desse processo resultados que reflitam a realidade de uma rede corporativa.

Tabela A.7 - Análise comparativa dos *softwares* em análise.

Parâmetros	SnifferPro 3.0	Ethereal 0.9.4	Analyzer 2.2	NetBoySuite 2.0	MRTG 2.9.27
Produto	Pago	Gratuito	Gratuito	Pago	Gratuito
Configuração mínima	P-II 400 MHz, 128 MB RAM	Não disponível	Não disponível	P-II 400 MHz, 128 MB RAM	Não disponível
Complexidade da Instalação	Baixa	Baixa	Baixa	Baixa	Alta
Eficiência de operação	Satisfatório no monitoramento e coleta de dados	Satisfatório na coleta de dados	Satisfatório na coleta de dados	Satisfatório no monitoramento	Satisfatório na coleta das variáveis.
Consumo de memória	Médio	Baixo	Baixo	Médio	Baixo
Consumo de CPU	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo
Seleção da interface de captura	Simple	Simple	Simple	Simple	-----
Configuração de agentes remotos	Disponível	Não disponível	Não disponível	disponível (versão 3.0)	Usa SNMP
Utilização da rede	Baixa (somente com agente remoto)	Nenhuma	Nenhuma	Baixa (somente com agente remoto)	Baixa
Características básicas	Alta	Alta	Média	Alta	Alta -
Captura de pacotes	Simple	Simple	Simple (exceto config. de filtros)	Simple	-----
Configuração do <i>buffer</i>	De 256 KB a 192 MB	Não disponível	De 256 KB a 128 MB	Não disponível	-----

Observou-se nos *softwares* analisados, recursos que são de grande importância na atividade de gerenciamento de rede, onde as reais necessidades do administrador irão definir, dentre os parâmetros comparativos, aqueles que terão maior peso.

Para a tarefa de coleta de dados, o *Analyzer* apresentou bastante eficiência e qualidade na interface gráfica, gerando arquivos em formato HTML ou TXT de fácil compreensão. Além de permitir o monitoramento em tempo real, possibilita, no mesmo gráfico, monitorar diferentes tipos de tráfego, o que facilita possíveis comparações.

Quanto ao *Ethereal*, pode-se destacar a capacidade de decodificação dos pacotes capturados e o fato de possuir seu código aberto, o que favorece novas implementações de acordo com as necessidades que surgirem no gerenciamento de diferentes ambientes.

O *Sniffer Pro* apresenta-se como uma ferramenta de grande valor para a atividade de gerência, pois além de destacar-se pela interface bastante amigável, permite que seja montado um histórico contendo parâmetros de importância para a análise e o levantamento de uma *baseline* (dados de referência) do ambiente monitorado. Em relação aos *sniffers* estudados, este se destaca pelos recursos de simulação de tráfego e integração com base de dados, o que evita trabalho adicional ao tratamento dos dados.

O *NetBoy Suite 2.0*, por se tratar de um pacote de *softwares*, possibilita um gerenciamento bastante amplo disponibilizando inúmeros recursos ao administrador, no entanto, na coleta de dados, ele oferece funcionalidades bastante semelhantes aos *sniffers* estudados. Já no monitoramento, apresenta recursos que enriquecem bastante o conjunto de dados coletados, podendo-se obter inúmeras informações, tais como ordenados crescentemente, *hosts* que geram e recebem mais tráfego e enlaces mais sobrecarregados. Como grande diferencial, tem a capacidade de monitoramento do tráfego de *Internet*, recurso não disponível nas outras ferramentas analisadas.

O MRTG se mostrou um *software* bastante eficiente e amigável no que diz a visualização das informações de tráfego de cada interface em análise, principalmente por mostrar essas informações através de gráficos em tempo real, e fornecer uma boa visão do comportamento deste ao longo do tempo. Os arquivos de *log* são gerados

em formato TXT, podendo ser importados e manipulados por uma grande variedade de *softwares*.

A questão do custo pode se tornar um parâmetro de grande importância na escolha. É perfeitamente possível se adotar uma solução baseada em softwares *free*, onde o fator custo será zero, como também pode ser necessário uma combinação dessas ferramentas com outras que necessitem de licença. Torna-se, portanto, imprescindível uma análise cuidadosa dos indicadores de desempenho que necessitam ser monitorados, para assim, baseado no resultado dessa análise, se escolher a ferramenta, ou conjunto de ferramentas, mais adequada às necessidades reais.

ANEXO B – DADOS E ESTATÍSTICAS: FASE UM DA METODOLOGIA

B.1 Enlace INATEL - Impsat

A seguir, são representadas as estatísticas Média, Desvio Padrão e Coeficiente de Variação, para os tráfegos Entrada e Saída, dos dias 31/03/2003 a 27/04/2003, equivalente ao primeiro mês de coleta.

Enlace INATEL - Impsat Entrada				Enlace INATEL - Impsat Saída			
Data	Média	DP	CV	Data	Média	DP	CV
31/mar	81,5391	20,0507	24,5902	31/mar	23,6086	9,4986	40,2337
01/abr	76,085	15,4248	20,2731	01/abr	26,566	7,10596	26,7483
02/abr	77,3629	10,1023	13,0584	02/abr	26,4592	5,58356	21,1025
03/abr	71,0268	16,0171	22,5508	03/abr	24,7138	4,30562	17,4219
04/abr	69,3754	20,315	29,2826	04/abr	25,3333	9,08849	35,8757
05/abr	58,0041	18,791	32,396	05/abr	12,5759	6,38775	50,7935
06/abr	16,61	8,59141	51,7262	06/abr	18,2092	18,9267	103,94
07/abr	66,5185	20,8939	31,4107	07/abr	25,7727	8,66562	33,6232
08/abr	70,5131	20,0441	28,4261	08/abr	27,638	9,38478	33,8837
09/abr	70,0348	20,9651	29,9353	09/abr	28,3678	15,8684	55,9381
10/abr	77,4935	20,7993	26,8401	10/abr	27,817	9,44931	33,9696
11/abr	80,6657	15,0383	18,6428	11/abr	26,935	9,05156	33,6052
12/abr	41,3423	20,2153	48,8974	12/abr	13,7379	2,99579	21,8067
13/abr	25,03	12,2969	49,1288	13/abr	13,9292	2,95972	21,2483
14/abr	76,0342	15	19,728	14/abr	23,8118	8,5975	36,1061
15/abr	61,4652	20,9268	34,0486	15/abr	24,3157	8,65409	35,5906
16/abr	22,4288	12,0352	53,6598	16/abr	17,6975	6,44472	36,4159
17/abr	24,7776	16,6333	67,1305	17/abr	15,5245	4,55712	29,3543
18/abr	7,739	5,0773	65,6066	18/abr	8,55518	2,03265	23,7593
19/abr	6,59355	2,63131	39,9073	19/abr	4,4457	1,7786	40,0073
20/abr	5,98	5,83506	97,6034	20/abr	5,51328	2,5298	45,8855
21/abr	17,6462	18,3792	104,154	21/abr	8,05	3,27549	40,6894
22/abr	64,3973	22,9596	35,653	22/abr	25,6083	8,14189	31,7939
23/abr	81,2613	16,5169	20,3256	23/abr	25,0128	5,50632	22,014
24/abr	81,9812	16,4017	20,0067	24/abr	23,3918	4,74373	20,2795
25/abr	81,2105	17,7125	21,8106	25/abr	23,0047	8,08843	35,1598
26/abr	43,2369	28,3171	65,4929	26/abr	14,3951	12,7876	88,8335
27/abr	42,23	22,2527	52,6894	27/abr	7,62021	3,03963	39,8891

Figura B.1 - Estatísticas da utilização do enlace INATEL/Impsat - 31/03 a 27/04.

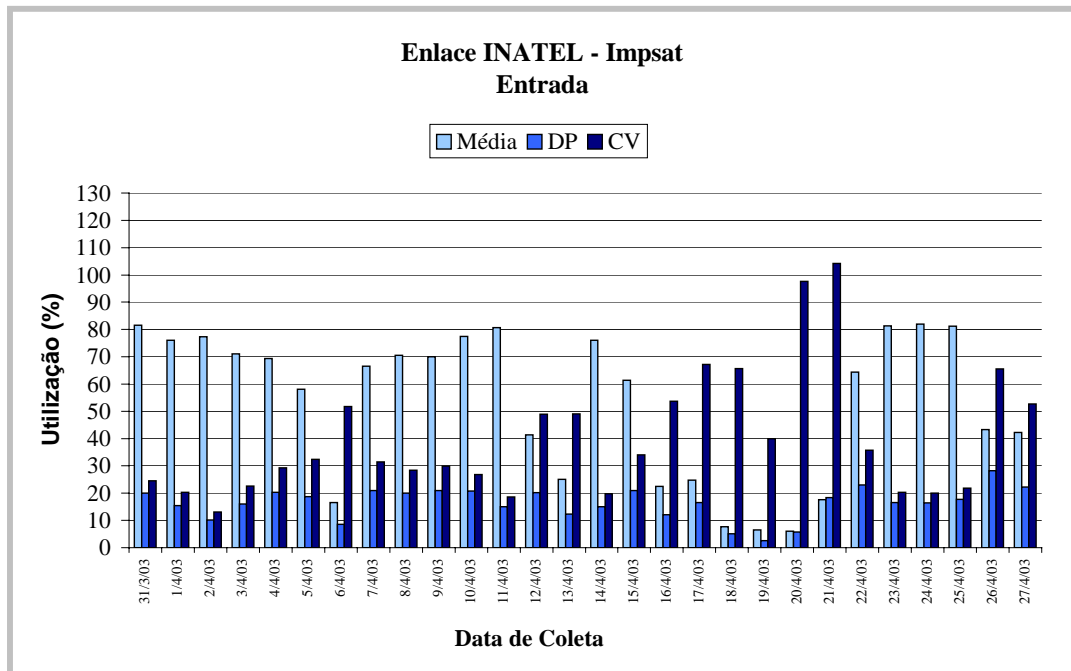


Figura B.2 - Utilização do enlace INATEL/Impsat - 31/03 a 27/04 - Entrada.

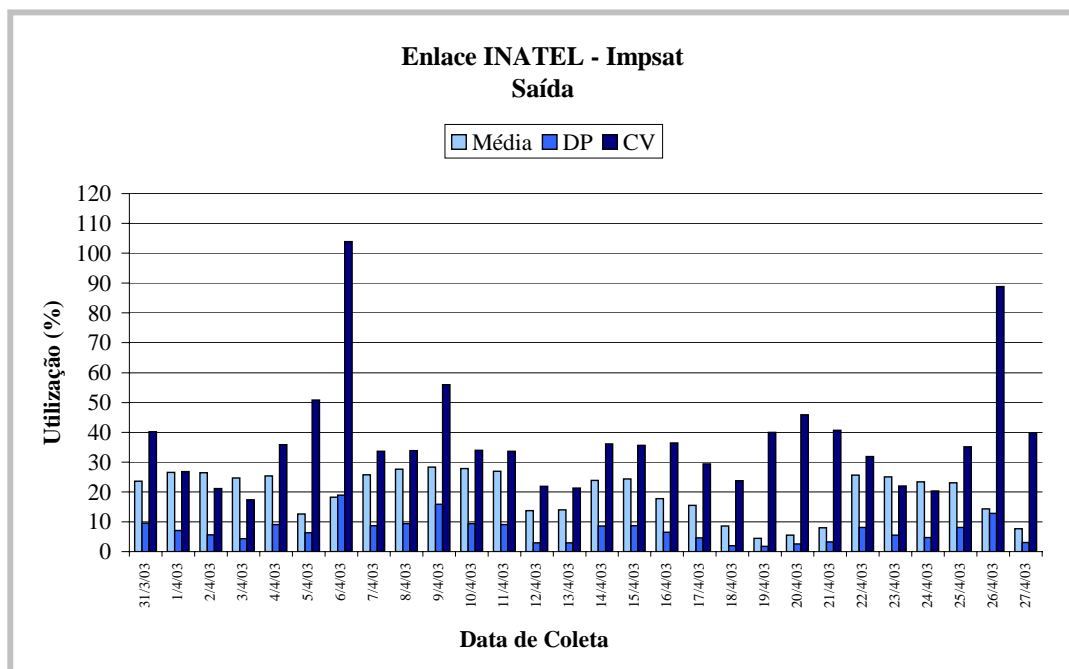


Figura B.3 - Utilização do enlace INATEL/Impsat - 31/03 a 27/04 - Saída.

A seguir, são representadas as estatísticas Média, Desvio Padrão e Coeficiente de Variação, para os tráfegos Entrada e Saída, dos dias 28/04/2003 a 01/06/2003, equivalente ao segundo mês de coleta, perfazendo, até aqui, um total de nove semanas de coleta.

Enlace INATEL - Impsat Entrada				Enlace INATEL - Impsat Saída			
Data	Média	DP	CV	Data	Média	DP	CV
28abr	82,525044	15,172687	18,383326	28abr	23,674096	6,1161877	25,824937
29abr	83,082386	17,018493	20,481411	29abr	24,035701	4,8333762	20,109154
30abr	82,990576	14,106416	16,997612	30abr	26,152688	11,008476	42,093095
01mai	5,5351257	0	0	01mai	1,02005	0	0
02mai	81,813784	20,165019	24,64746	02mai	20,288029	6,3775053	31,434819
03mai	55,827473	25,843595	46,291895	03mai	11,451297	4,0566549	35,425296
04mai	19,29	9,4274912	48,629119	04mai	10,498976	4,3547541	41,517436
05mai	81,268311	16,462616	20,257117	05mai	23,490027	7,3000051	33,645639
06mai	92,228664	9,3734385	10,16349	06mai	20,677656	6,6096939	31,659291
07mai	74,426809	19,517916	24,880774	07mai	22,328863	6,8343632	30,606396
08mai	84,266917	12,760952	15,14349	08mai	28,461598	6,686702	30,520781
09mai	73,821459	17,337592	23,482862	09mai	29,98044	9,0912871	30,324395
10mai	39,043963	20,840821	53,377832	10mai	40,169211	21,630085	53,860782
11mai	21,31	8,1718521	38,339719	11mai	23,872517	11,508798	48,209403
12mai	81,559047	15,739288	19,371695	12mai	33,51918	9,0555282	27,015863
13mai	87,523284	12,310799	14,065742	13mai	33,136212	13,587347	41,004527
14mai	82,653215	15,896623	19,232916	14mai	23,706818	9,3890328	39,604779
15mai	86,295912	17,070506	19,791261	15mai	24,226945	9,4916762	39,177768
16mai	79,487214	24,669899	31,036311	16mai	22,347966	14,327745	64,112078
17mai	25,545615	13,639619	53,339191	17mai	11,327221	2,2074537	19,488043
18mai	14,91	5,3082746	35,600253	18mai	12,273661	3,4196302	27,861533
19mai	80,846292	14,751285	18,246087	19mai	32,896283	13,616219	41,511007
20mai	76,182556	18,30888	24,032903	20mai	23,450272	7,7168074	32,907113
21mai	67,673351	26,447018	39,080402	21mai	22,565036	7,6462382	33,898601
22mai	16,928636	10,254838	61,521062	22mai	7,617977	2,171976	27,792118
23mai	35,609219	22,094992	62,220007	23mai	14,172392	4,9793919	35,134239
24mai	21,632498	11,167974	51,625447	24mai	10,428952	2,3866673	22,837595
25mai	6,22	2,6737136	42,993233	25mai	8,8620504	1,9736852	22,271202
26mai	77,361552	22,178449	28,668958	26mai	20,043267	6,2835673	31,350015
27mai	86,598742	10,772812	12,439918	27mai	22,132676	6,5208476	38,498949
28mai	78,685308	19,436513	24,701579	28mai	27,889336	9,2130209	33,034206
29mai	80,613285	17,813385	22,097332	29mai	28,951489	6,3337796	21,877215
30mai	78,261521	15,478871	19,778846	30mai	27,334058	11,50428	42,097713
31mai	31,544382	21,496919	68,027708	31mai	25,535896	19,403572	75,974468
01jun	13,04	7,8507186	60,194925	01jun	27,070063	12,357855	45,65065

Figura B.4 - Estatísticas da utilização do enlace INATEL/Impsat - 28/04 a 01/06.

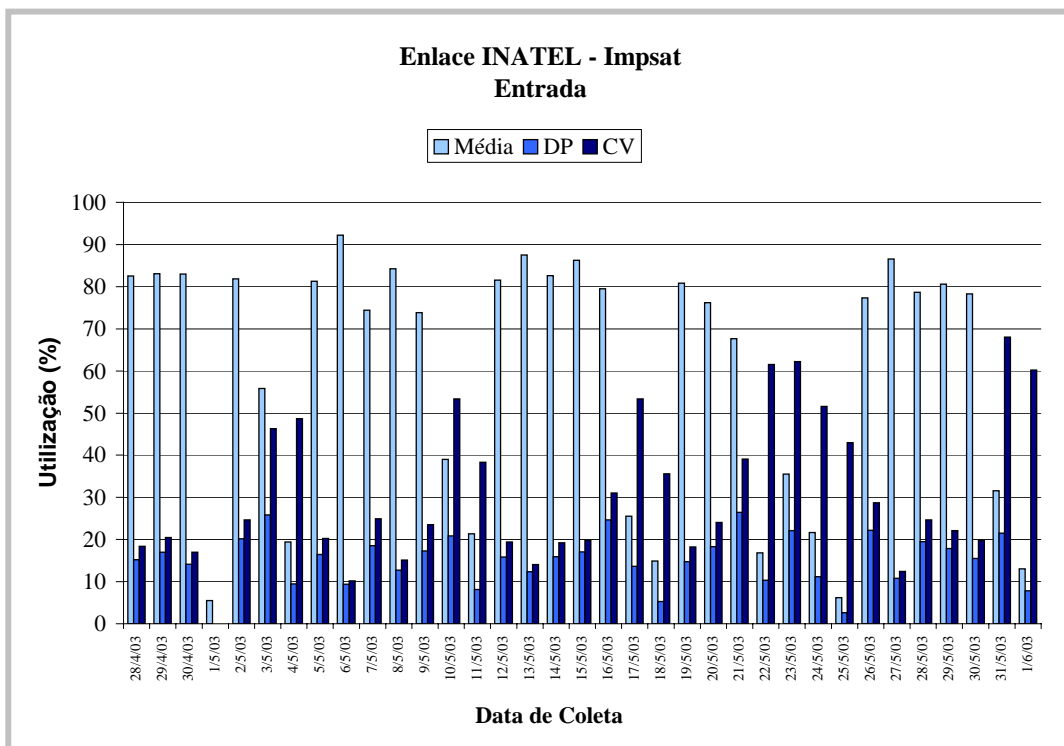


Figura B.5 - Utilização do enlace INATEL/Impsat - 28/04 a 01/06 - Entrada.

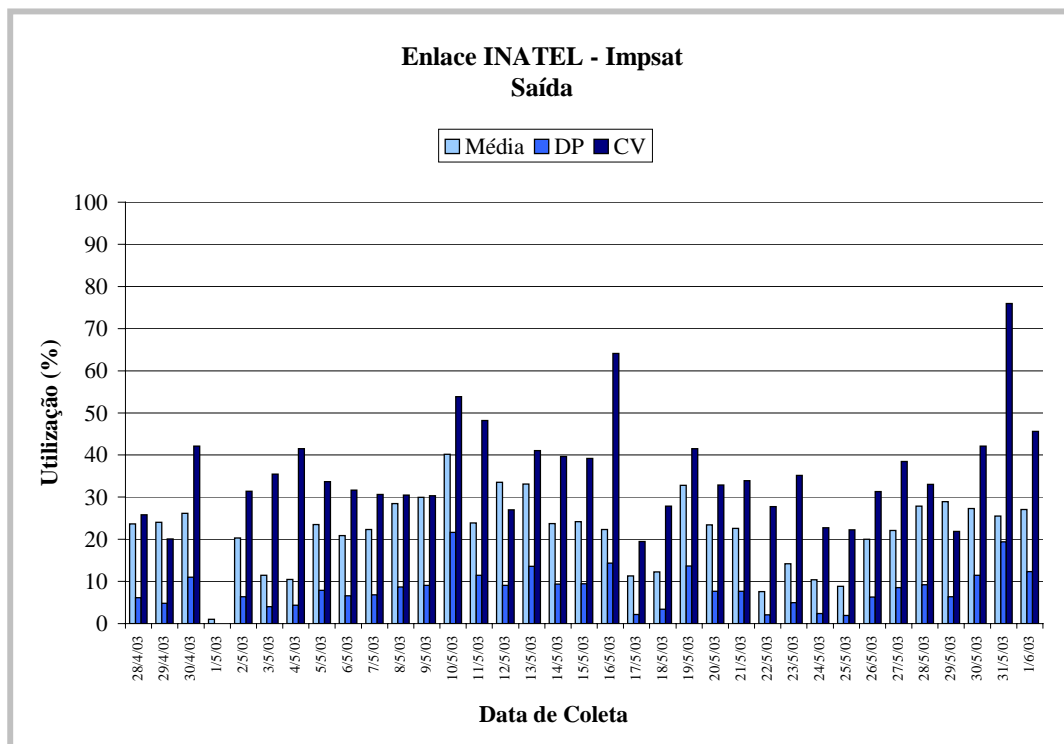


Figura B.6 - Utilização do enlace INATEL/Impsat - 28/04 a 01/06 - Saída.

A seguir, são representadas as estatísticas Média, Desvio Padrão e Coeficiente de Variação, para os tráfegos Entrada e Saída, dos dias 02/06/2003 a 29/06/2003, equivalente ao terceiro mês de coleta, perfazendo o total de treze semanas de coleta.

Enlace INATEL - Impsat Entrada				Enlace INATEL - Impsat Saída			
Data	Média	DP	CV	Data	Média	DP	CV
02/jun	75,9101	18,7562	24,7084	02/jun	22,172	6,54862	29,5356
03/jun	76,3283	16,8161	22,0313	03/jun	24,6249	9,81503	39,8582
04/jun	83,5129	15,7463	18,8549	04/jun	23,5667	7,39912	31,3965
05/jun	87,7131	9,06383	10,3335	05/jun	23,7971	6,37789	26,8011
06/jun	76,8141	16,648	21,6731	06/jun	26,5894	10,9716	41,2632
07/jun	50,8029	25,1113	49,4289	07/jun	32,522	13,3763	41,1298
08/jun	19,96	21,3532	107,003	08/jun	22,8396	15,6061	68,329
09/jun	79,7256	14,4568	18,1332	09/jun	25,3276	9,87641	38,9946
10/jun	78,5736	17,6934	22,5182	10/jun	30,4592	9,07063	29,7796
11/jun	75,3807	17,9003	23,7465	11/jun	27,3291	6,0368	22,0893
12/jun	81,3286	14,4771	17,8007	12/jun	25,3495	5,58763	22,0424
13/jun	77,3063	20,8689	26,995	13/jun	24,1514	7,39164	30,6054
14/jun	59,088	19,5467	33,0806	14/jun	16,7342	7,5663	45,2145
15/jun	21,13	14,0658	66,5564	15/jun	14,1188	10,8933	75,7377
16/jun	77,1809	16,906	21,9044	16/jun	22,1323	8,46915	38,2661
17/jun	73,7529	17,6708	23,9595	17/jun	26,6066	7,8959	29,6764
18/jun	75,9035	18,8539	24,8393	18/jun	27,8352	6,01102	21,595
19/jun	40,8087	20,1353	49,3407	19/jun	16,9342	13,6125	80,3847
20/jun	75,5772	18,6318	24,6526	20/jun	19,1418	11,0323	57,6346
21/jun	54,9169	31,0594	56,5572	21/jun	7,51942	2,65074	35,2519
22/jun	21,23	15,7458	74,1799	22/jun	6,62169	3,63546	54,9023
23/jun	76,7893	18,5487	24,1554	23/jun	20,3486	5,25327	25,8164
24/jun	85,5906	11,7703	13,7519	24/jun	23,2	6,8199	28,5341
25/jun	91,0194	14,309	15,7209	25/jun	22,5571	5,55977	24,6475
26/jun	76,5591	19,0041	24,8228	26/jun	24,9388	9,14772	36,6807
27/jun	70,5627	24,7702	35,1038	27/jun	25,4667	9,10943	35,77
28/jun	34,921	18,433	52,785	28/jun	22,1655	12,6668	57,1464
29/jun	31,63	21,455	67,8267	29/jun	12,127	7,58311	62,5307

Figura B.7 - Estatísticas da utilização do enlace INATEL/Impsat - 02/06 a 29/06.

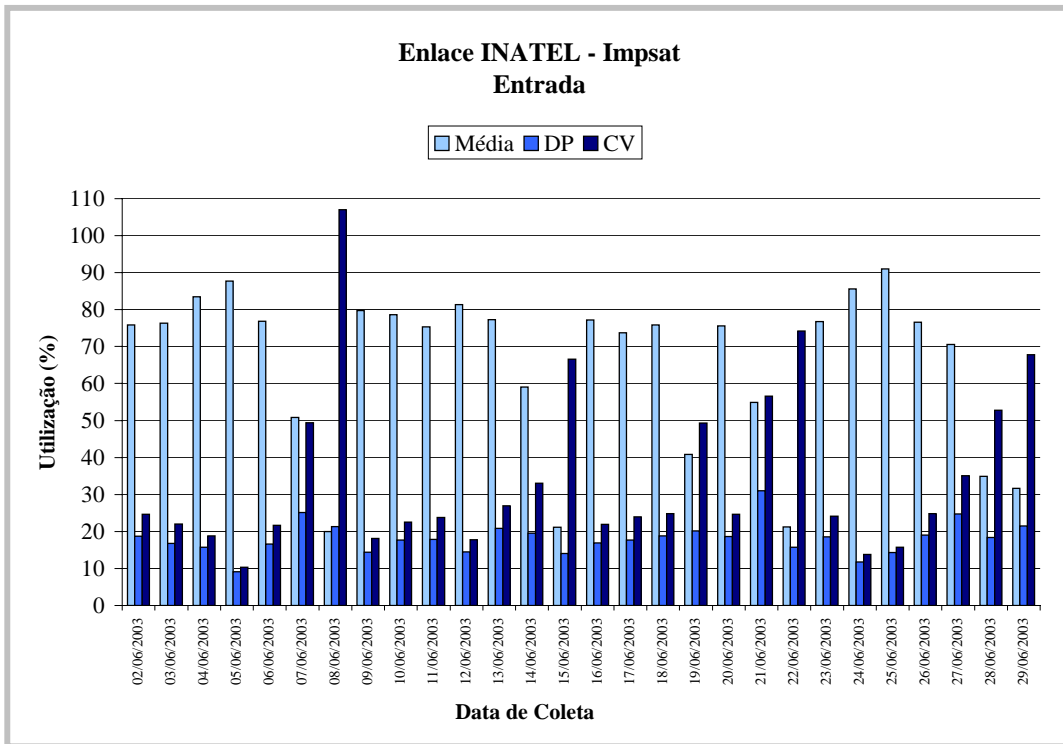


Figura B.8 - Utilização do enlace INATEL/Impsat - 02/06 a 29/06 - Entrada.

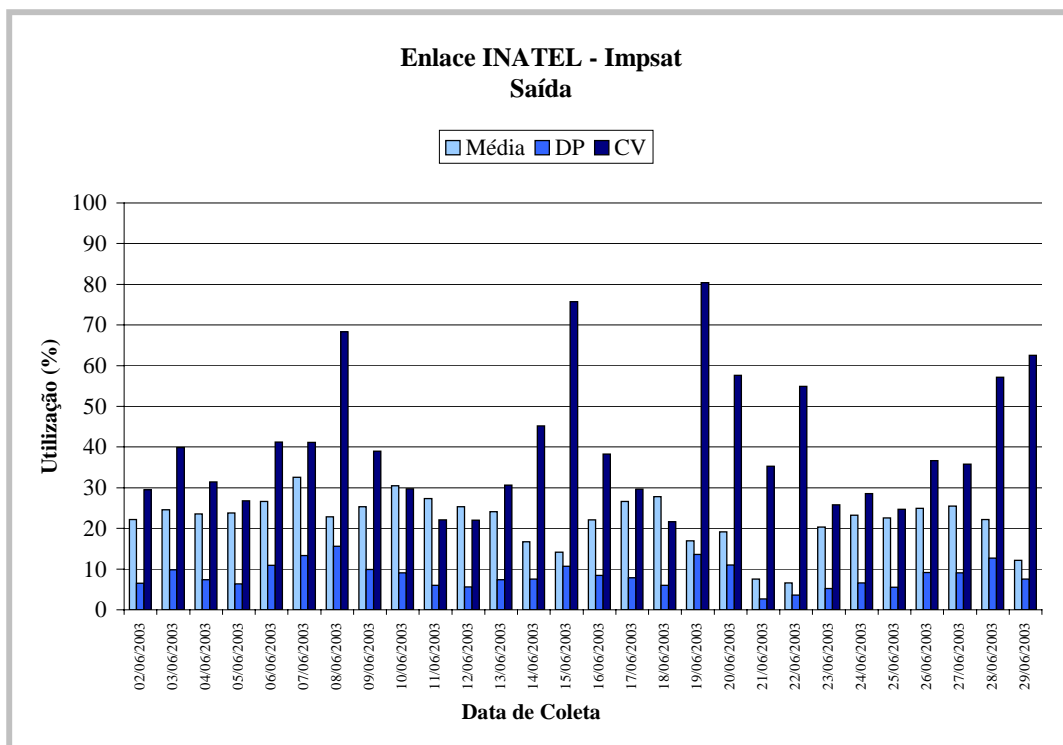


Figura B.9 - Utilização do enlace INATEL/Impsat - 02/06 a 29/06 - Saída.

B.2 Enlace MDF-Servinatel2

A seguir, são representadas as estatísticas Média, Desvio Padrão e Coeficiente de Variação, para os tráfegos Entrada e Saída, dos dias 31/03/2003 a 27/04/2003, equivalente ao primeiro mês de coleta, perfazendo um total de quatro semanas.

Enlace MDF - Servinatel2 Entrada				Enlace MDF - IDF/Prédio2 Saída			
Data	Média	DP	CV	Data	Média	DP	CV
31/mar	0,4434	1,2980	292,7055	31/mar	0,3065	1,1050	360,5131
01/abr	1,2730	2,9495	231,6926	01/abr	1,2971	3,1985	246,5895
02/abr	0,4704	1,6438	349,4087	02/abr	0,5837	2,6242	449,5762
03/abr	0,5996	2,2112	368,7580	03/abr	0,0850	0,0312	36,7182
04/abr	2,8357	4,6571	164,2315	04/abr	0,4182	1,0784	257,8754
05/abr	0,0699	0,0270	38,6214	05/abr	0,0442	0,0054	12,1760
06/abr	0,0449	0,0112	25,0168	06/abr	0,0447	0,0297	66,5283
07/abr	0,1719	0,0730	42,4716	07/abr	0,0827	0,0304	36,7690
08/abr	1,6710	3,5347	211,5355	08/abr	0,6655	2,8047	421,4189
09/abr	0,1886	0,1051	55,7322	09/abr	0,0967	0,0446	46,0907
10/abr	0,4906	1,6470	335,7092	10/abr	0,2457	0,8636	351,5287
11/abr	0,6687	2,6314	393,4834	11/abr	0,4398	1,8213	414,1437
12/abr	1,2344	3,5691	289,1419	12/abr	1,0736	3,1767	295,8949
13/abr	0,0493	0,0106	21,4301	13/abr	0,0383	0,0012	3,1315
14/abr	0,2815	0,6005	213,3403	14/abr	1,1949	5,7422	480,5444
15/abr	0,4437	1,1323	255,2305	15/abr	0,1616	0,4227	261,5112
16/abr	0,2534	0,9193	362,7212	16/abr	0,2269	0,9282	409,1571
17/abr	1,0910	3,0276	277,5132	17/abr	0,9912	2,7983	282,3307
18/abr	0,3838	1,7002	442,9724	18/abr	0,3305	1,5113	457,3315
19/abr	0,9272	3,1592	340,7123	19/abr	0,7954	2,7195	341,8993
20/abr	1,6309	4,5639	279,8465	20/abr	1,3986	3,9184	280,1738
21/abr	0,6283	3,0210	480,8651	21/abr	2,1002	5,0382	239,9377
22/abr	0,3347	0,7387	220,7053	22/abr	0,0886	0,0519	58,5388
23/abr	0,4079	1,2691	311,1397	23/abr	0,1447	0,3822	264,0950
24/abr	1,6966	3,6669	216,1345	24/abr	0,2339	0,7657	327,4231
25/abr	0,6195	2,2558	364,1226	25/abr	0,4428	1,8335	414,0495
26/abr	2,5161	7,8201	310,7988	26/abr	2,1779	6,8158	312,9509
27/abr	0,0464	0,0083	17,9353	27/abr	0,0391	0,0034	8,7258

Figura B.10 - Estatísticas da utilização do enlace MDF/Servinatel2 - 31/03 a 27/04.

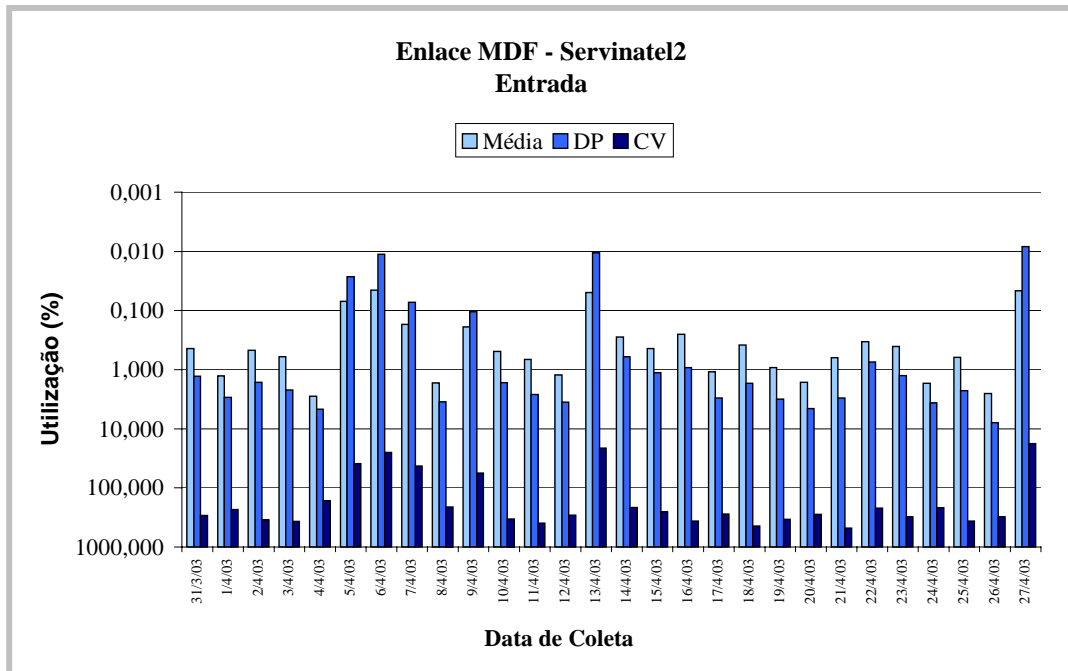


Figura B.11 - Utilização do enlace MDF/Servinatel2 - 31/03 a 27/04 - Entrada.

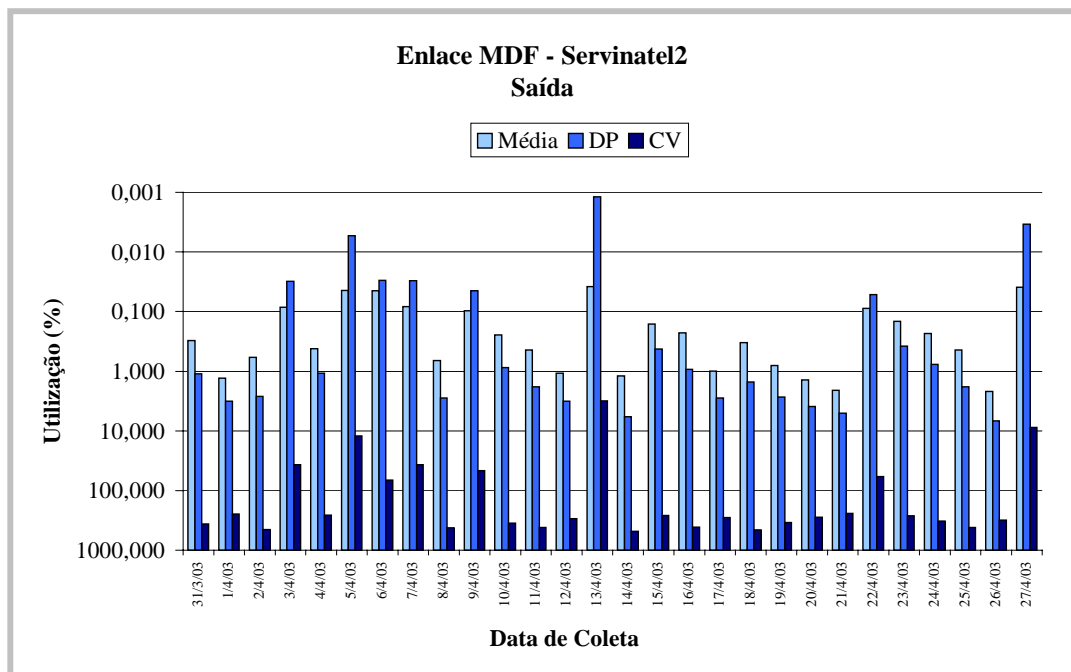


Figura B.12 - Utilização do enlace MDF/Servinatel2 - 31/03 a 27/04 - Saída.

A seguir, são representadas as estatísticas Média, Desvio Padrão e Coeficiente de Variação, para os tráfegos Entrada e Saída, dos dias 28/04/2003 a 01/06/2003, equivalente ao segundo mês de coleta, perfazendo, até aqui, um total de nove semanas de coleta.

Enlace MDF - Servinatel2 Entrada				Enlace MDF - Servinatel2 Saída			
Data	Média	DP	CV	Data	Média	DP	CV
28/abr	1,5195	3,2190	211,8465	28/abr	0,1031	0,0807	78,3224
29/abr	1,4787	3,3648	227,5512	29/abr	0,1714	0,3812	222,3529
30/abr	0,8150	2,7361	335,7239	30/abr	0,8029	3,1658	394,2885
01/mai	0,0362	0,0000	0,0000	01/mai	0,0372	0,0000	0,0000
02/mai	0,9605	2,5217	262,5403	02/mai	0,1656	0,2593	156,6224
03/mai	1,6871	3,8805	228,8172	03/mai	0,6336	1,9151	239,1420
04/mai	0,1473	0,1398	94,8757	04/mai	0,2853	0,8244	324,0540
05/mai	1,4128	3,5321	249,9591	05/mai	0,0682	0,0629	71,3592
06/mai	3,0340	6,6244	182,2323	06/mai	2,4167	7,7849	322,1254
07/mai	0,5330	1,9576	367,2844	07/mai	0,6493	3,0016	462,5016
08/mai	0,6267	2,4231	386,6214	08/mai	0,0995	0,1418	142,5727
09/mai	0,1509	0,0688	44,2725	09/mai	0,2611	0,9716	372,1467
10/mai	0,6499	3,0560	470,2504	10/mai	0,5521	1,8316	331,7603
11/mai	0,0550	0,0206	37,4512	11/mai	0,0403	0,0073	18,1803
12/mai	1,3822	3,5084	253,8223	12/mai	0,0947534	0,0652542	68,867404
13/mai	0,1429	0,0580	40,5847	13/mai	0,067844	0,0198363	29,238094
14/mai	0,7457	1,7927	241,4152	14/mai	0,1258232	0,1632743	134,42666
15/mai	2,1540	3,6416	169,0608	15/mai	0,4013791	0,9790102	243,66249
16/mai	0,9940	3,0327	305,0951	16/mai	0,6132078	1,522653	313,54021
17/mai	1,4062	4,0317	286,2931	17/mai	1,152129	3,3161923	287,83168
18/mai	2,2049	5,2848	239,6843	18/mai	1,821684	4,3634915	239,59846
19/mai	0,4476	0,8183	182,8250	19/mai	2,2292	6,6593	294,2411
20/mai	1,1136	2,2934	205,9412	20/mai	0,1257	0,1669	132,7510
21/mai	0,4129	1,2462	301,7814	21/mai	0,1743	0,4888	280,4145
22/mai	0,4138	1,9578	443,0076	22/mai	0,2705	1,2095	445,6574
23/mai	0,0561	0,0101	19,8100	23/mai	0,0091	0,0037	3,4162
24/mai	1,1146	3,8211	342,8108	24/mai	0,7603	2,8082	343,0414
25/mai	0,0437	0,0089	20,4706	25/mai	0,9051	3,1327	346,1049
26/mai	0,4875	0,9103	186,7249	26/mai	1,6093532	4,4289159	275,1985
27/mai	1,7462	3,1491	180,3449	27/mai	0,0946404	0,0506587	53,527558
28/mai	0,5479	1,9900	363,2125	28/mai	0,1628935	0,4630465	284,26335
29/mai	1,1233	3,4456	305,1185	29/mai	0,4733734	1,4413041	304,4751
30/mai	0,7756	3,0572	394,1900	30/mai	1,7927639	3,4350822	191,60706
31/mai	0,0635	0,0170	26,7028	31/mai	0,0496781	0,0147402	33,230955
01/jun	0,0455	0,0101	22,1220	01/jun	0,0371334	0,0016717	4,5019707

Figura B.13 - Estatísticas da utilização do enlace INATEL/Impsat - 28/04 a 01/06.

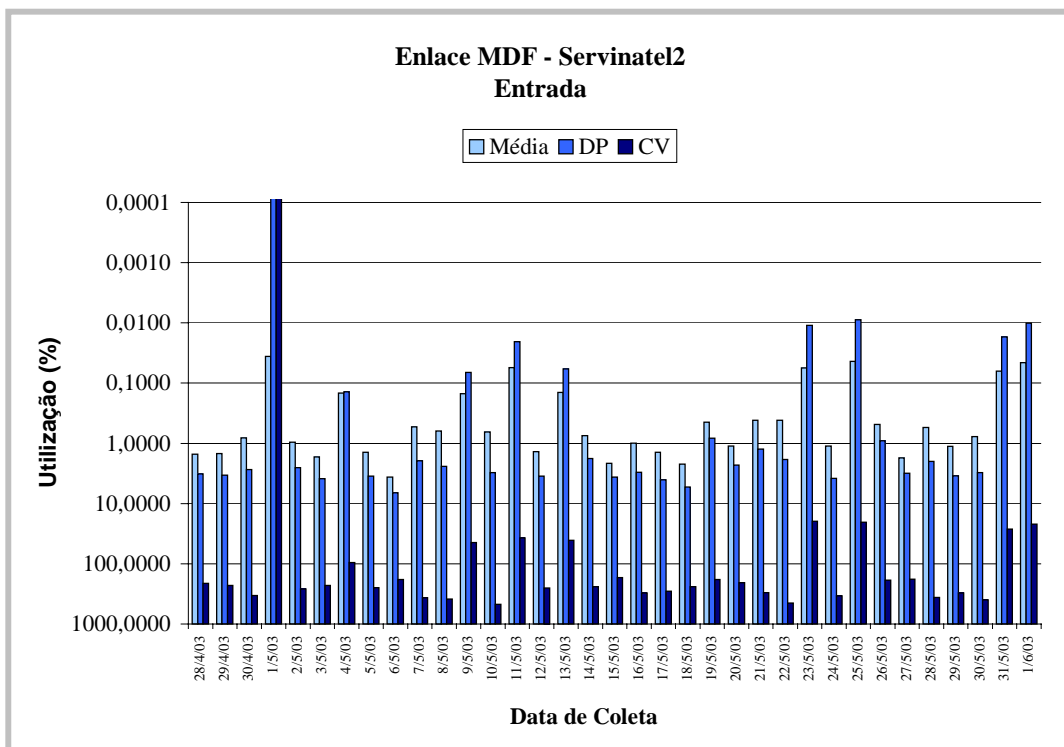


Figura B.14 - Utilização do enlace INATEL/Impsat - 28/04 a 01/06 - Entrada.

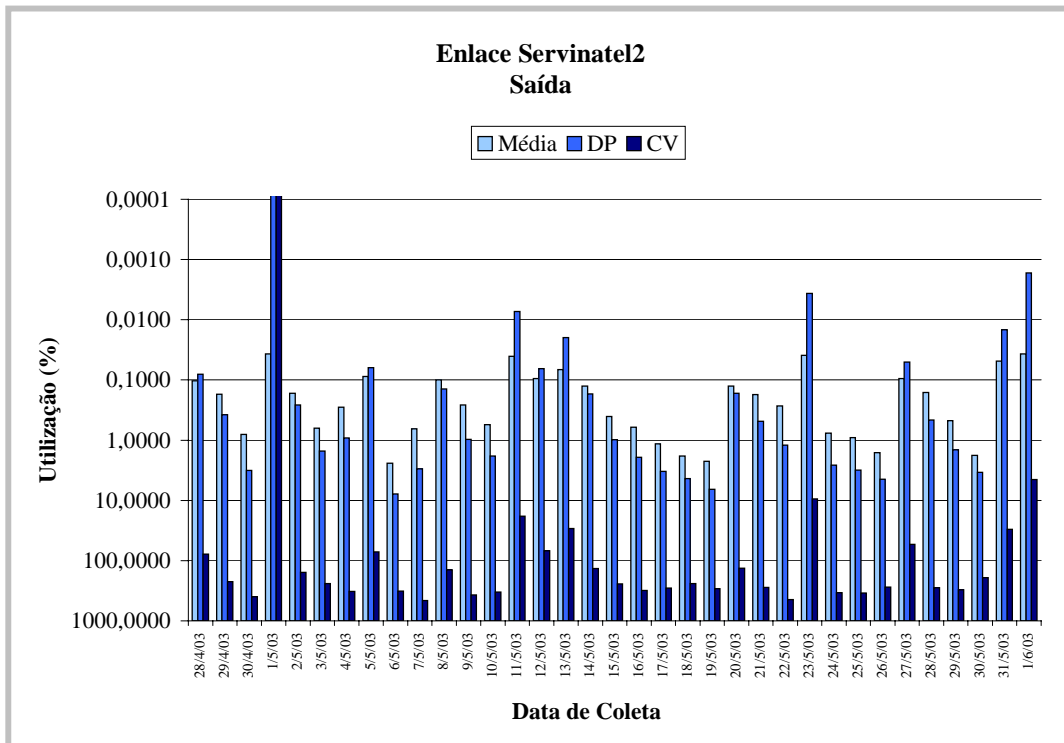


Figura B.15 - Utilização do enlace INATEL/Impsat - 28/04 a 01/06 - Saída.

A seguir, são representadas as estatísticas Média, Desvio Padrão e Coeficiente de Variação, para os tráfegos Entrada e Saída, dos dias 02/06/2003 a 29/06/2003, equivalente ao terceiro mês de coleta, perfazendo o total de treze semanas de coleta.

Enlace MDF - Servinatel2 Entrada					Enlace MDF - Servinatel2 Saída				
	Data	Média	DP	CV		Data	Média	DP	CV
3	02/jun	0,9331	2,2303	239,0134		02/jun	0,0754	0,0244	32,3756
4	03/jun	0,9753	2,9232	299,7320		03/jun	0,2244	0,5384	239,9635
5	04/jun	1,8303	3,4222	186,9792		04/jun	0,3462	1,1720	338,5392
6	05/jun	1,1105	3,1230	281,2292		05/jun	0,7806	2,2905	293,4218
7	06/jun	0,1785	0,1190	66,6518		06/jun	1,0611	3,5547	334,9941
8	07/jun	0,1106	0,1865	168,6893		07/jun	0,0428	0,0058	13,5000
9	08/jun	0,5922	1,3054	220,4395		08/jun	0,0525	0,0686	130,6590
10	09/jun	0,1575	0,0577	36,6494		09/jun	0,0733	0,0305	41,6725
11	10/jun	0,1476	0,0571	38,6820		10/jun	0,0669	0,0166	24,8672
12	11/jun	1,1981	3,7374	311,9308		11/jun	0,6867	2,2123	322,1571
13	12/jun	0,1501	0,0495	32,9542		12/jun	0,4811	2,1423	445,2822
14	13/jun	0,1604	0,0698	43,5184		13/jun	0,0809	0,0346	42,8092
15	14/jun	1,1460	4,4076	384,5985		14/jun	0,0863	0,1996	231,2707
16	15/jun	0,0508	0,0182	35,8609		15/jun	0,0384	0,0032	8,3811
17	16/jun	0,1862	0,0832	44,7145		16/jun	0,0803	0,0234	29,1185
18	17/jun	1,4677	2,9483	200,8820		17/jun	0,0977	0,0634	64,8926
19	18/jun	0,2391	0,4303	179,9196		18/jun	0,4744	2,0222	426,2980
20	19/jun	0,0770	0,0903	117,1592		19/jun	0,1137	0,3739	328,9711
21	20/jun	0,1978	0,3523	178,1312		20/jun	0,0633	0,0221	34,9419
22	21/jun	0,3408	1,4899	437,1274		21/jun	0,2947	1,3245	449,4745
23	22/jun	1,1513	2,9538	256,5617		22/jun	1,0155	2,6128	257,2850
24	23/jun	0,3887	0,3733	96,0357		23/jun	0,1525	0,2040	133,7630
25	24/jun	0,1537	0,0723	47,0754		24/jun	0,0830	0,0544	65,5691
26	25/jun	1,4637	3,3843	231,2198		25/jun	0,1013	0,0486	47,9690
27	26/jun	1,4405	3,2260	223,9564		26/jun	0,1566	0,0754	48,1553
28	27/jun	0,1312	0,0642	48,8918		27/jun	0,1166	0,0426	36,5283
29	28/jun	1,1535	3,1776	275,4774		28/jun	1,6913	4,7108	278,5292
30	29/jun	0,4870	2,3088	474,1195		29/jun	0,0570	0,0164	28,7201

Figura B.16 - Estatísticas da utilização do enlace MDF/Servinatel2 - 02/06 a 29/06.

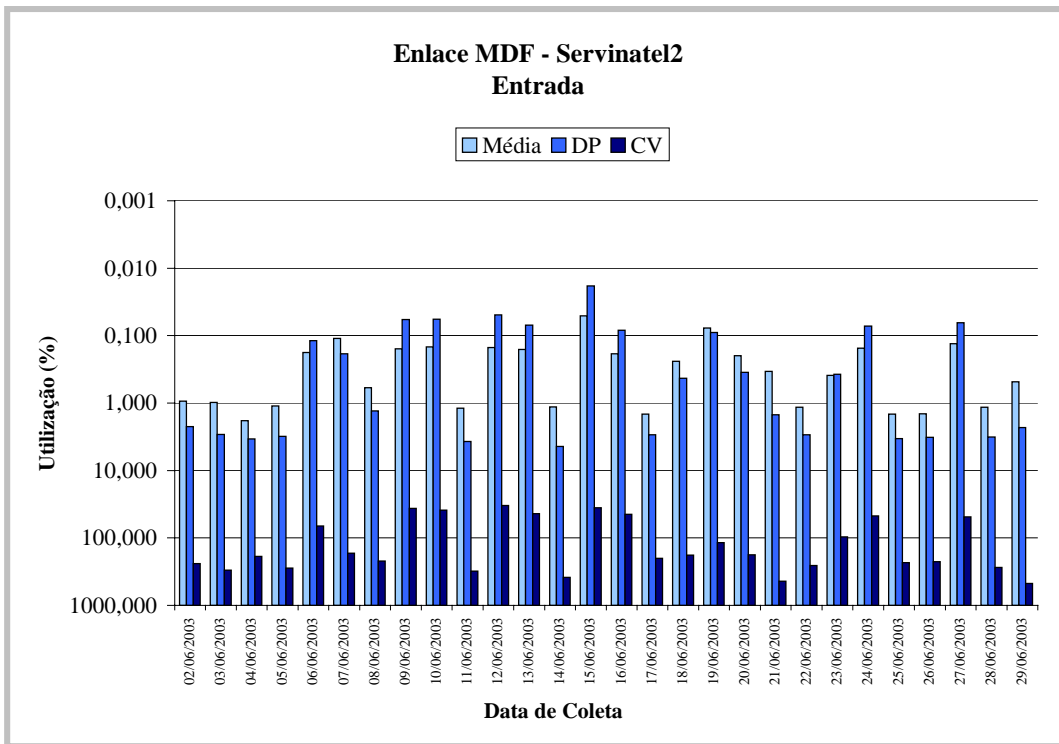


Figura B.17 - Utilização do enlace MDF/Servinatel2 - 02/06 a 29/06 - Entrada.

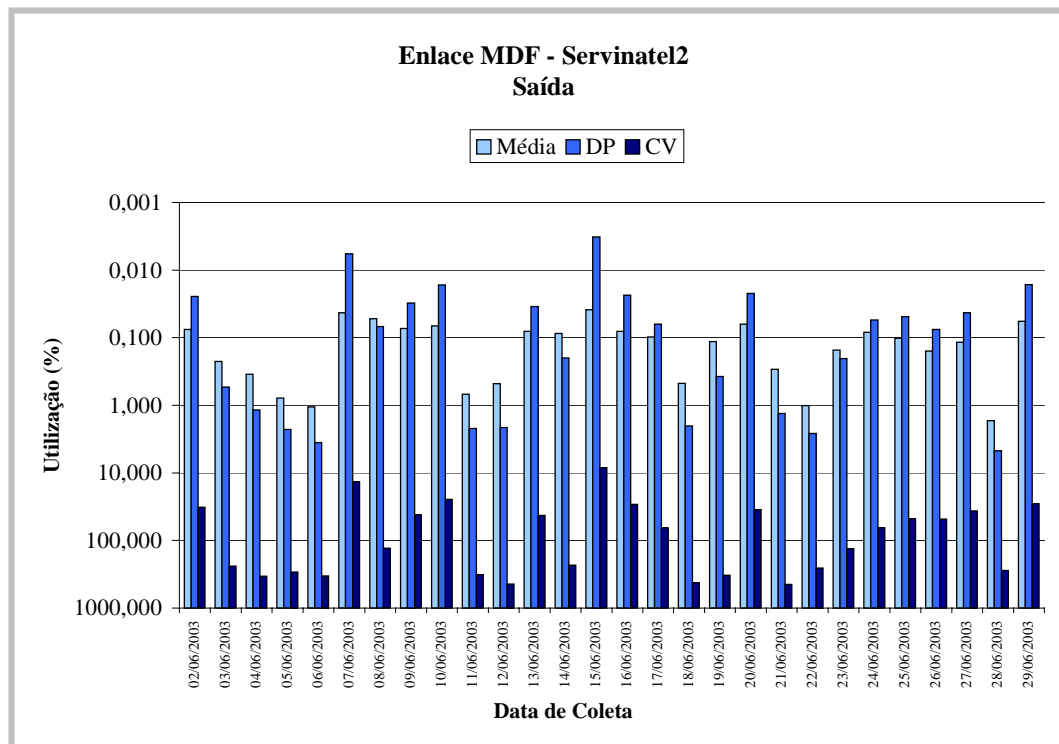


Figura B.18 - Utilização do enlace MDF/Servinatel2 - 02/06 a 29/06 - Saída.

B.3 Enlace MDF/IDF-Prédio2

A seguir, são representadas as estatísticas Média, Desvio Padrão e Coeficiente de Variação, para os tráfegos Entrada e Saída, dos dias 31/03/2003 a 27/04/2003, equivalente ao primeiro mês de coleta, perfazendo um total de quatro semanas.

Enlace MDF - IDF/Prédio2 Entrada				Enlace MDF - IDF/Prédio2 Saída			
Data	Média	DP	CV	Data	Média	DP	CV
31/mar	0,2086	0,1339	64,1745	31/mar	0,1981	0,2698	137,6006
01/abr	0,3532	0,1926	54,5331	01/abr	0,2616	0,4503	172,1481
02/abr	0,3640	0,1843	50,6248	02/abr	0,2731	0,9355	342,5107
03/abr	0,2466	0,1486	60,2709	03/abr	0,0947	0,0652	68,8873
04/abr	0,3879	0,4349	112,1180	04/abr	0,2351	0,5425	230,7121
05/abr	0,2657	0,0908	30,4230	05/abr	0,0512	0,0335	65,4741
06/abr	0,1044	0,0781	74,7778	06/abr	0,1263	0,1844	145,9794
07/abr	0,2056	0,1267	61,6026	07/abr	0,3736	0,7007	187,5684
08/abr	0,2578	0,1248	48,4075	08/abr	0,1395	0,1360	97,4835
09/abr	0,2599	0,1314	50,5676	09/abr	0,1501	0,1635	108,9586
10/abr	0,2788	0,1071	38,4171	10/abr	0,2084	0,6606	316,9995
11/abr	0,2509	0,1739	69,3227	11/abr	0,0944	0,1171	123,9587
12/abr	0,1661	0,4586	276,1170	12/abr	0,0152	0,0179	118,1395
13/abr	0,0445	0,0526	118,0881	13/abr	0,0045	0,0036	79,8130
14/abr	0,5413	0,2273	41,9888	14/abr	0,1927	0,2948	153,0027
15/abr	0,3188	0,1709	53,6141	15/abr	0,2677	0,7041	262,9751
16/abr	0,1332	0,1628	122,2542	16/abr	0,0727	0,1685	231,8783
17/abr	0,0616	0,0606	98,2866	17/abr	0,0522	0,1226	234,7646
18/abr	0,0541	0,0619	114,3695	18/abr	0,0162	0,0373	230,6250
19/abr	0,0250	0,0189	75,4860	19/abr	0,0087	0,0204	233,8461
20/abr	0,0156	0,0168	107,2404	20/abr	0,0032	0,0051	158,0132
21/abr	0,1128	0,1874	166,0894	21/abr	0,0107	0,0097	90,8169
22/abr	0,2594	0,1507	58,1033	22/abr	0,1815	0,1926	106,1576
23/abr	0,3999	0,1609	40,2344	23/abr	0,2839	0,3054	107,5661
24/abr	0,2940	0,1552	52,7804	24/abr	0,1316	0,1428	108,4596
25/abr	0,2880	0,1662	57,7130	25/abr	0,1637	0,1764	107,7767
26/abr	0,2122	0,1530	72,0879	26/abr	0,0793	0,0811	102,3542
27/abr	0,1579	0,1648	104,3634	27/abr	0,0284	0,0444	155,9765

Figura B.19 - Estatísticas da utilização do enlace MDF/IDF-Prédio2 - 31/03 a 27/04.

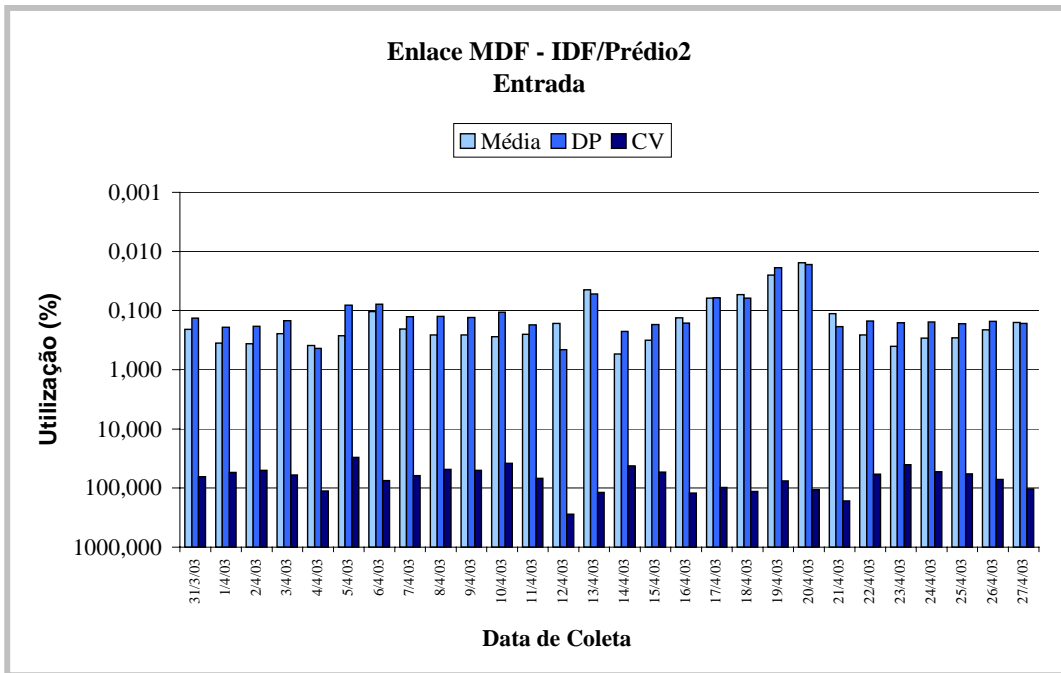


Figura B.20 - Utilização do enlace MDF/IDF-Prédio2 - 31/03 a 27/04 - Entrada.

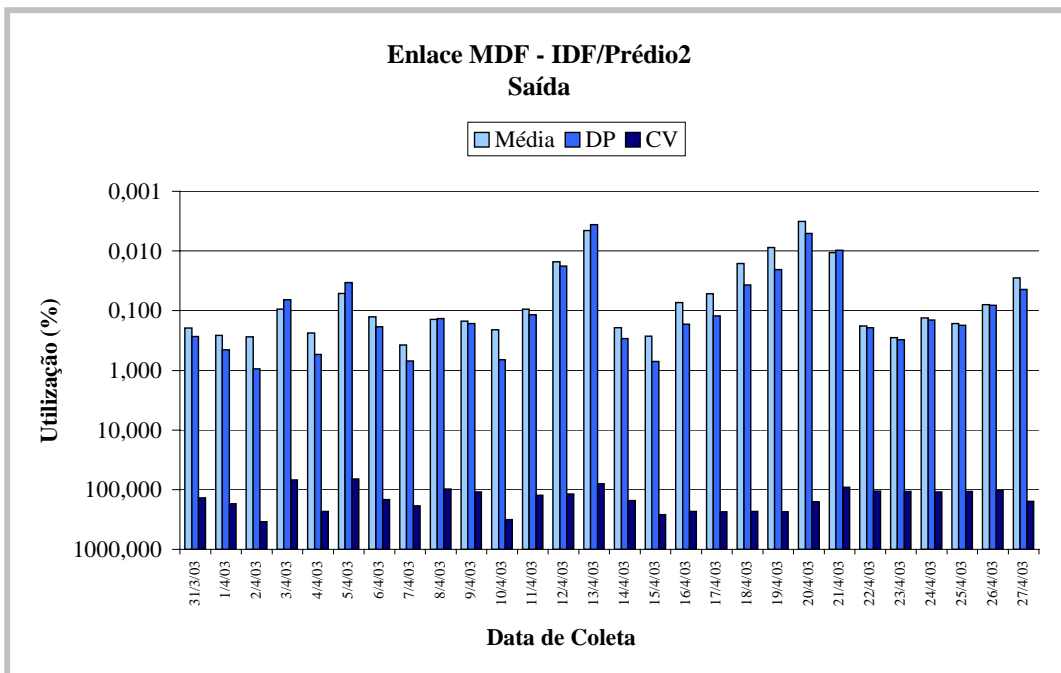


Figura B.21 - Utilização do enlace MDF/IDF-Prédio2 - 31/03 a 27/04 - Saída.

A seguir, são representadas as estatísticas Média, Desvio Padrão e Coeficiente de Variação, para os tráfegos Entrada e Saída, dos dias 28/04/2003 a 01/06/2003, equivalente ao segundo mês de coleta, perfazendo, até aqui, um total de nove semanas de coleta.

Enlace MDF - IDF/Prédio2				Enlace MDF - IDF/Prédio2			
Entrada				Saída			
Data	Média	DP	CV	Data	Média	DP	CV
28/abr	0,2770	0,1207	43,5759	28/abr	0,0912	0,0795	87,2323
29/abr	0,2360	0,1260	53,3927	29/abr	0,1421	0,1160	80,9602
30/abr	0,3994	0,7138	178,7010	30/abr	0,1221	0,1147	93,9223
01/mai	0,0005	0,0000	0,0000	01/mai	0,0032	0,0000	0,0000
02/mai	0,1426	0,0949	66,5642	02/mai	0,0887	0,0836	94,2447
03/mai	0,1473	0,1338	94,8757	03/mai	0,0588	0,0525	89,2960
04/mai	0,0001	0,0001	74,3241	04/mai	0,0210	0,0419	125,1239
05/mai	0,2300	0,1640	71,3256	05/mai	0,0884	0,0671	75,9712
06/mai	0,3953	0,2398	62,2469	06/mai	0,1655	0,1691	126,4916
07/mai	0,3932	0,3038	77,2646	07/mai	0,1024	0,0898	87,6226
08/mai	0,3986	0,1196	30,0031	08/mai	0,1318	0,1022	77,5170
09/mai	0,3608	0,2374	65,7919	09/mai	0,2991	0,2826	94,4664
10/mai	0,1502	0,0569	37,8826	10/mai	0,3469	0,2116	61,0047
11/mai	0,0837	0,0580	69,3467	11/mai	0,1857	0,1079	58,1247
12/mai	0,3409	0,1137	33,3369	12/mai	0,1812563	0,136132	75,104684
13/mai	0,4449	0,2244	50,4245	13/mai	0,4694039	0,6971911	148,62692
14/mai	0,2992	0,1457	48,6962	14/mai	0,0962663	0,0797479	82,840913
15/mai	0,2982	0,1603	53,7486	15/mai	0,1260636	0,0842124	66,801523
16/mai	0,2514	0,1840	73,1787	16/mai	0,1461719	0,1388759	95,008561
17/mai	0,0314	0,0346	110,3787	17/mai	0,0190927	0,0514256	269,34679
18/mai	0,0362	0,0329	90,8136	18/mai	0,0071307	0,0075392	105,72868
19/mai	0,3230	0,1270	39,3311	19/mai	0,2545	0,2361	92,7807
20/mai	0,3497	0,1310	37,4652	20/mai	0,1324	0,1123	84,8663
21/mai	0,3371	0,2016	59,8104	21/mai	0,1370	0,1169	85,2938
22/mai	0,0707	0,0518	73,3449	22/mai	0,0372	0,0371	99,5618
23/mai	0,1153	0,1162	103,4110	23/mai	0,0436	0,0503	115,5295
24/mai	0,1418	0,0951	67,0907	24/mai	0,0341	0,0332	97,1636
30	0,0410	0,0620	151,4594	25/mai	0,0160	0,0267	166,8202
31	0,3149	0,3048	96,8141	26/mai	0,242812	0,4909798	202,20577
32	0,3439	0,1400	40,7014	27/mai	0,1792769	0,1694719	88,952845
33	0,2848	0,1380	48,4441	28/mai	0,1735837	0,1257796	72,460488
34	0,3523	0,1292	36,6848	29/mai	0,2133306	0,1393939	65,341754
35	0,3240	0,4271	131,8178	30/mai	0,1872347	0,2215782	118,34253
36	0,0791	0,0747	94,4149	31/mai	0,2207961	0,2503075	113,3849
37	0,0496	0,0414	83,4344	01/jun	0,2159379	0,1261956	59,440779

Figura B.22 - Estatísticas da utilização do enlace MDF/IDF-Prédio2 - 28/04 a 01/06.

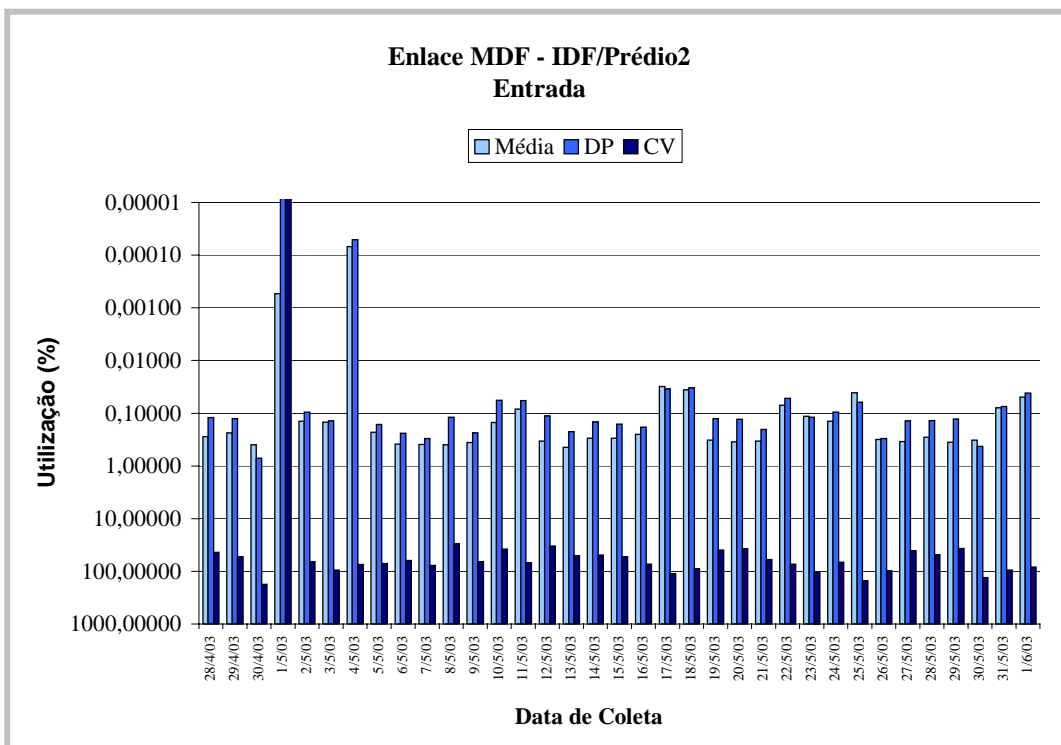


Figura B.23 - Utilização do enlace MDF/IDF-Prédio2 - 28/04 a 01/06 - Entrada.

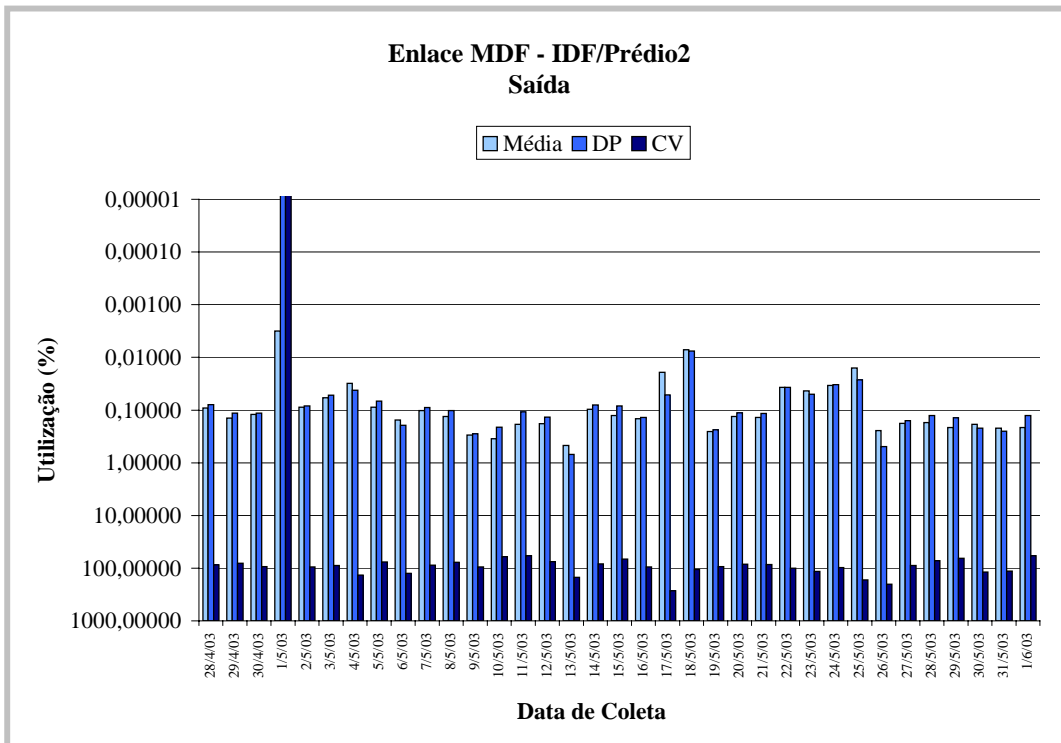


Figura B.24 - Utilização do enlace MDF/IDF-Prédio2 - 28/04 a 01/06 - Saída.

A seguir, são representadas as estatísticas Média, Desvio Padrão e Coeficiente de Variação, para os tráfegos Entrada e Saída, dos dias 02/06/2003 a 29/06/2003, equivalente ao terceiro mês de coleta, perfazendo o total de treze semanas de coleta.

Enlace MDF - IDF/Prédio2 Entrada				Enlace MDF - IDF/Prédio2 Saída			
Data	Média	DP	CV	Data	Média	DP	CV
02/jun	0,2470	0,1534	62,1036	02/jun	0,1060	0,0701	66,1157
03/jun	0,3013	0,1643	54,5210	03/jun	0,2204	0,2213	100,3864
04/jun	0,3325	0,1493	44,9026	04/jun	0,5502	1,4211	258,3111
05/jun	0,3101	0,1680	54,1644	05/jun	0,2919	0,4797	164,3409
06/jun	0,2247	0,1350	60,1055	06/jun	0,2638	0,4421	167,6116
07/jun	0,0694	0,0518	74,5777	07/jun	0,1780	0,1570	88,1932
08/jun	0,0412	0,0355	86,2047	08/jun	0,1467	0,1440	98,2016
09/jun	0,9221	0,6847	74,2578	09/jun	0,2664	0,1351	50,7227
10/jun	1,7143	0,5291	30,8845	10/jun	0,2692	0,1130	41,9926
11/jun	1,9650	0,9943	50,5994	11/jun	0,2436	0,0706	28,9799
12/jun	0,2793	0,1469	52,6038	12/jun	0,0831	0,0497	59,7749
13/jun	1,0564	0,8243	78,0262	13/jun	0,1784	0,0972	54,4652
14/jun	0,1210	0,1103	91,1249	14/jun	0,0286	0,0430	150,2893
15/jun	0,0830	0,0786	94,6609	15/jun	0,0127	0,0129	101,3348
16/jun	0,2551	0,1281	50,2339	16/jun	0,4564	1,3263	290,6199
17/jun	0,3044	0,1832	60,1838	17/jun	0,2329	0,1420	60,9866
18/jun	0,4148	0,5228	126,0543	18/jun	0,2122	0,2483	117,0126
19/jun	0,2844	0,1485	52,2056	19/jun	0,1099	0,1225	111,4393
20/jun	0,2780	0,1995	71,7607	20/jun	0,1243	0,1345	108,2464
21/jun	0,0938	0,0662	70,5163	21/jun	0,0205	0,0166	80,6491
22/jun	0,0961	0,1136	118,2735	22/jun	0,0169	0,0319	189,0959
23/jun	0,3088	0,1605	51,9983	23/jun	0,0862	0,0446	51,7356
24/jun	0,3856	0,2084	54,0281	24/jun	0,1356	0,0790	58,2531
25/jun	0,9623	0,7188	74,6903	25/jun	0,2090	0,2417	115,6439
26/jun	1,1993	0,8300	69,2071	26/jun	0,2310	0,1347	58,3043
27/jun	1,6284	0,4418	27,1339	27/jun	0,4318	0,3829	88,6766
28/jun	0,8188	0,6668	81,4326	28/jun	0,2128	0,1398	65,7114
29/jun	0,9183	0,6097	66,3967	29/jun	0,1364	0,1132	82,9892

Figura B.25 - Estatísticas da utilização do enlace MDF/IDF-Prédio2 - 02/06 a 29/06.

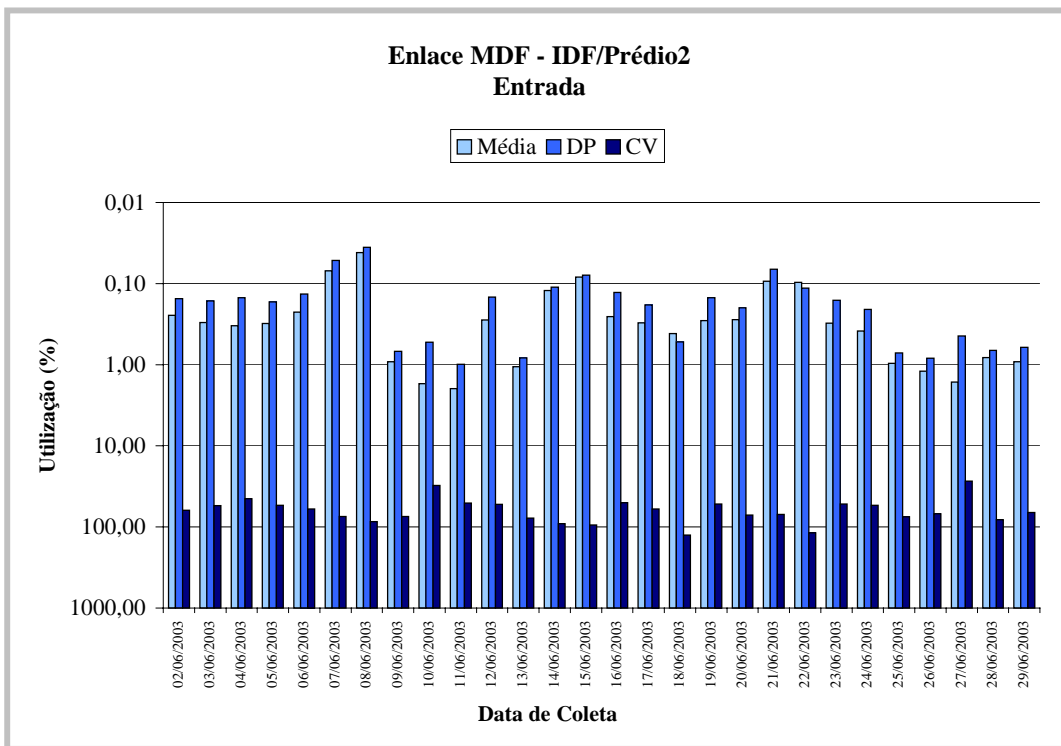


Figura B.26 - Utilização do enlace MDF/IDF-Prédio2 - 02/06 a 29/06 - Entrada.

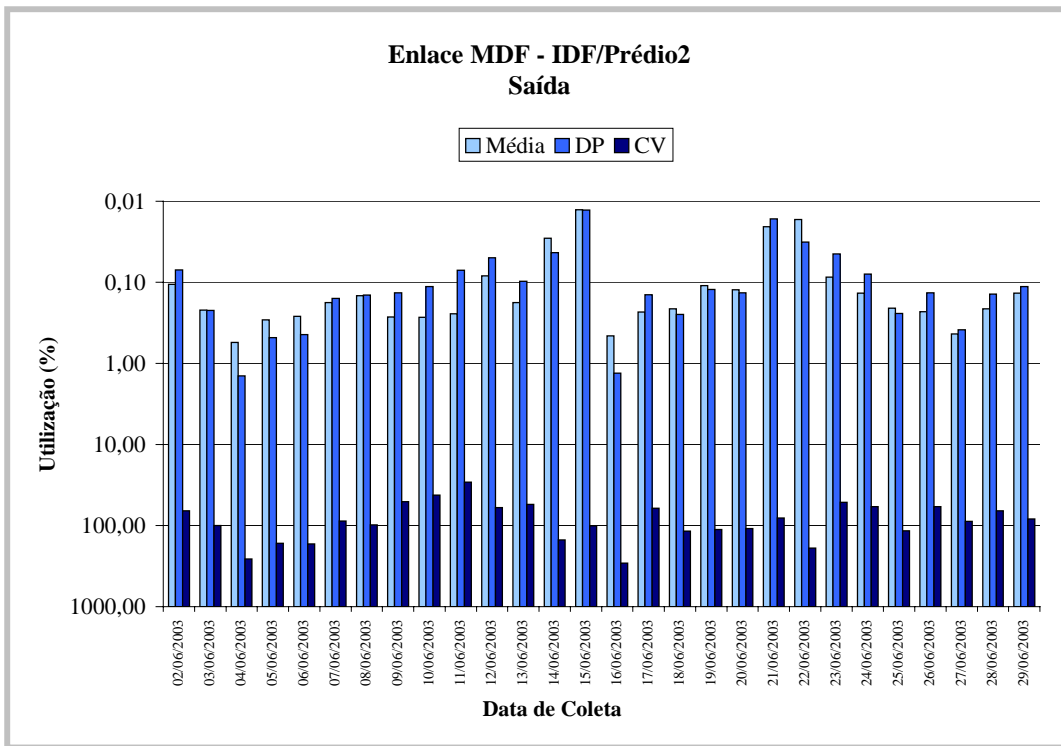


Figura B.27 - Utilização do enlace MDF/IDF-Prédio2 - 02/06 a 29/06 - Saída.

B.4 Enlace MDF/IDF-Prédio3

A seguir, são representadas as estatísticas Média, Desvio Padrão e Coeficiente de Variação, para os tráfegos Entrada e Saída, dos dias 31/03/2003 a 27/04/2003, equivalente ao primeiro mês de coleta, perfazendo um total de quatro semanas.

Enlace MDF - IDF/Prédio3					Enlace MDF - IDF/Prédio3				
Entrada					Saída				
Data	Média	DP	CV	Data	Média	DP	CV		
31/mar	0,00172	0,00057	33,0637	31/mar	0,01070	0,01746	163,2079		
01/abr	0,00164	0,00049	30,0398	01/abr	0,01151	0,01805	156,7934		
02/abr	0,00158	0,00046	29,4178	02/abr	0,01001	0,01765	176,2925		
03/abr	0,00154	0,00039	25,2541	03/abr	0,00526	0,00638	121,3303		
04/abr	0,00156	0,00058	36,9670	04/abr	0,01591	0,02505	157,4284		
05/abr	0,00058	0,00014	24,7103	05/abr	0,00239	0,00192	80,4982		
06/abr	0,00049	0,00004	8,9024	06/abr	0,00182	0,00007	3,6649		
07/abr	0,03568	0,03565	99,9266	07/abr	0,00605	0,00673	111,2481		
08/abr	0,00469	0,00818	174,2987	08/abr	0,00067	0,00127	187,6573		
09/abr	0,11821	0,08447	71,4576	09/abr	0,03694	0,03985	107,8756		
10/abr	0,09052	0,04904	54,1679	10/abr	0,02301	0,01554	67,5146		
11/abr	0,00147	0,00048	32,6920	11/abr	0,00598	0,01016	169,8955		
12/abr	0,00060	0,00011	18,6195	12/abr	0,00193	0,00015	7,6223		
13/abr	0,00050	0,00005	9,4597	13/abr	0,00184	0,00009	4,6496		
14/abr	0,00134	0,00039	29,4641	14/abr	0,00267	0,00046	17,1967		
15/abr	0,00125	0,00041	32,9356	15/abr	0,00267	0,00046	17,1967		
16/abr	0,00035	0,00008	22,5857	16/abr	0,00163	0,00011	6,5160		
17/abr	0,00029	0,00004	13,4136	17/abr	0,00157	0,00004	2,7445		
18/abr	0,00026	0,00003	11,3953	18/abr	0,00154	0,00003	1,9029		
19/abr	0,00025	0,00003	10,2124	19/abr	0,00154	0,00004	2,3961		
20/abr	0,00024	0,00002	7,9546	20/abr	0,00152	0,00003	1,7988		
21/abr	0,00030	0,00004	15,1821	21/abr	0,00157	0,00005	2,9720		
22/abr	0,00156	0,00042	26,8765	22/abr	0,01046	0,01327	126,9086		
23/abr	0,00285	0,00403	141,4125	23/abr	0,01124	0,01593	141,6813		
24/abr	0,00456	0,00591	129,6403	24/abr	0,03353	0,03804	113,4382		
25/abr	0,00639	0,00557	87,2149	25/abr	0,05315	0,07941	149,3966		
26/abr	0,00278	0,00496	178,6602	26/abr	0,00844	0,01402	165,9688		
27/abr	0,00066	0,00000	0,5608	27/abr	0,00217	0,00008	3,6751		

Figura B.28 - Estatísticas da utilização do enlace MDF/IDF-Prédio3 - 31/03 a 27/04.

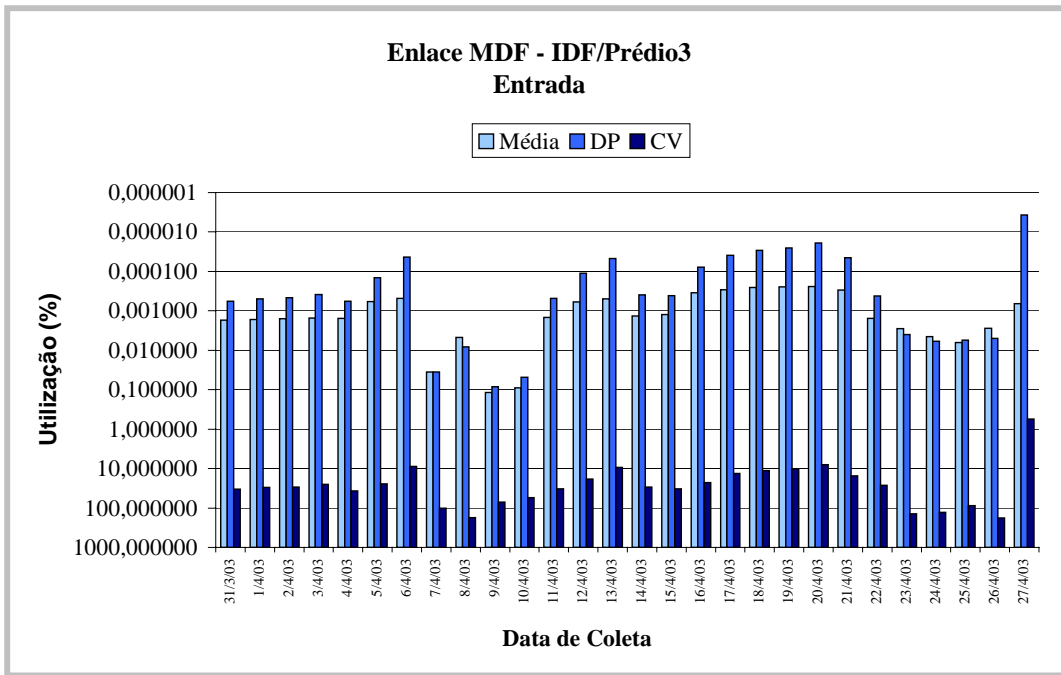


Figura B.29 - Utilização do enlace MDF/IDF-Prédio3 - 31/03 a 27/04 - Entrada.

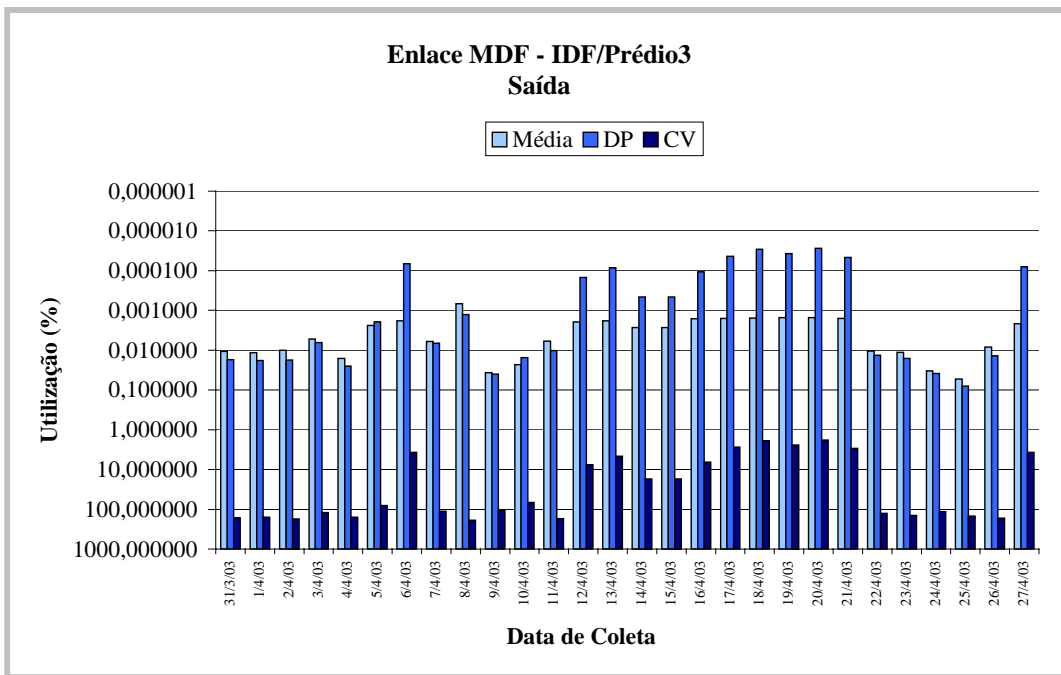


Figura B.30 - Utilização do enlace MDF/IDF-Prédio3 - 31/03 a 27/04 - Saída.

A seguir, são representadas as estatísticas Média, Desvio Padrão e Coeficiente de Variação, para os tráfegos Entrada e Saída, dos dias 28/04/2003 a 01/06/2003, equivalente ao segundo mês de coleta, perfazendo, até aqui, um total de nove semanas de coleta.

Enlace MDF - IDF/Prédio3 Entrada				Enlace MDF - IDF/Prédio3 Saída			
Data	Média	DP	CV	Data	Média	DP	CV
28/abr	0,00309	0,000504	163,25413	28/abr	0,01304	0,01794	137,58377
29/abr	0,00476	0,000568	119,24461	29/abr	0,02648	0,03106	117,29273
30/abr	0,00011	0,000000	0,000000	30/abr	0,00338	0,00076	22,40472
01/mai	0,00011	0,000000	0,000000	01/mai	0,00045	0,00000	0,00000
02/mai	0,17180	0,30200	175,78546	02/mai	0,32432	0,40968	126,31979
03/mai	0,04341	0,07319	168,59105	03/mai	0,13241	0,23509	176,22056
04/mai	0,00007	0,000005	74,32406	04/mai	0,00026	0,00019	72,89059
05/mai	0,19762	0,31891	161,32455	05/mai	0,19036	0,20297	102,54046
06/mai	0,09523	0,06974	138,84522	06/mai	0,16240	0,17696	96,11422
07/mai	0,05663	0,07295	128,80977	07/mai	0,37246	0,59146	169,90061
08/mai	0,09153	0,19467	212,68114	08/mai	0,16505	0,17746	107,95559
09/mai	0,18340	0,40394	220,24906	09/mai	0,39869	0,43277	108,54693
10/mai	0,02372	0,03897	164,27174	10/mai	0,10480	0,18401	175,88384
11/mai	0,00006	0,000004	74,78581	11/mai	0,00026	0,00019	73,1850
12/mai	0,07285	0,09163	125,78239	12/mai	0,25459	0,22846	89,73418
13/mai	0,08559	0,07517	87,82716	13/mai	0,23711	0,16407	69,19638
14/mai	0,05925	0,05247	88,55522	14/mai	0,22135	0,16660	75,26419
15/mai	0,10625	0,12149	114,23298	15/mai	0,21442	0,18568	86,54617
16/mai	0,01743	0,03167	181,63739	16/mai	0,00815	0,00830	101,81739
17/mai	0,00536	0,00536	99,83920	17/mai	0,00211	0,00581	275,95707
18/mai	0,00602	0,00815	135,35560	18/mai	0,00120	0,00340	282,95156
19/mai	0,09096	0,08408	92,43319	19/mai	0,06077	0,10415	171,37875
20/mai	0,07589	0,07729	101,85324	20/mai	0,01895	0,02123	106,95360
21/mai	0,06382	0,05111	80,07757	21/mai	0,02093	0,02274	108,68013
22/mai	0,01763	0,04625	262,34936	22/mai	0,00951	0,01561	283,32114
23/mai	0,03367	0,04288	127,39257	23/mai	0,00909	0,02932	322,75049
24/mai	0,00374	0,00717	191,56457	24/mai	0,00082	0,00179	216,14517
25/mai	0,00171	0,00100	58,21564	25/mai	0,00016	0,00014	75,59293
26/mai	0,08578	0,06837	79,70392	26/mai	0,02810	0,01716	61,06959
27/mai	0,05843	0,03694	63,21621	27/mai	0,01953	0,01406	72,00754
28/mai	0,07861	0,05817	74,00470	28/mai	0,03954	0,05445	137,68241
29/mai	0,08280	0,04898	59,15038	29/mai	0,03012	0,03273	108,66119
30/mai	0,05289	0,04583	49,44630	30/mai	0,01912	0,01120	58,59290
31/mai	0,00889	0,01058	119,02084	31/mai	0,00221	0,00340	153,9475
01/jun	0,01634	0,04794	282,44069	01/jun	0,00339	0,00808	238,51578

Figura B.31 - Estatísticas da utilização do enlace MDF/IDF-Prédio3 - 28/04 a 01/06.

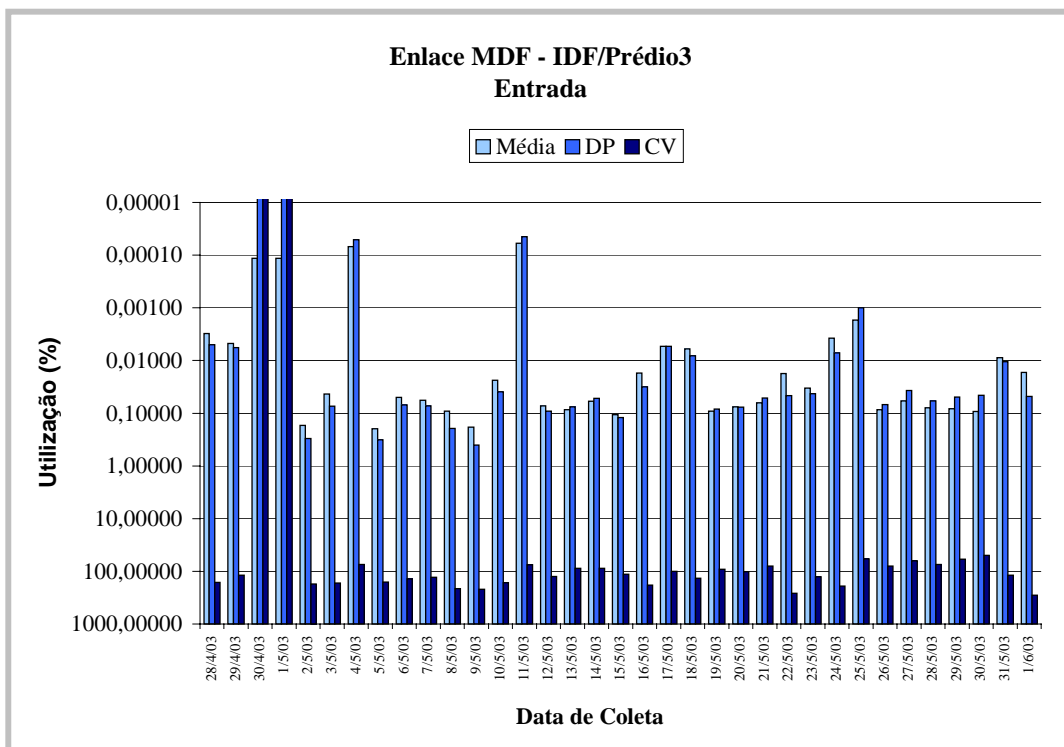


Figura B.32 - Utilização do enlace MDF/IDF-Prédio3 - 28/04 a 01/06 - Entrada.

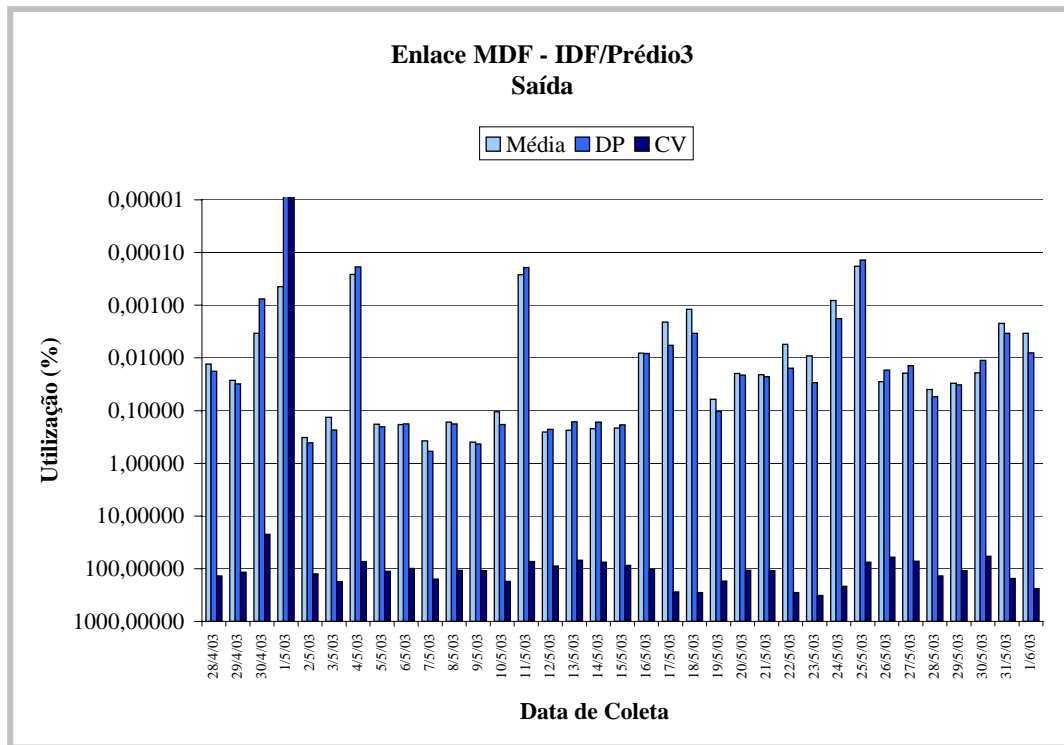


Figura B.33 - Utilização do enlace MDF/IDF-Prédio3 - 28/04 a 01/06 - Saída.

A seguir, são representadas as estatísticas Média, Desvio Padrão e Coeficiente de Variação, para os tráfegos Entrada e Saída, dos dias 02/06/2003 a 29/06/2003, equivalente ao terceiro mês de coleta, perfazendo o total de treze semanas de coleta.

Enlace MDF - IDF/Prédio3 Entrada				Enlace MDF - IDF/Prédio3 Saída			
Data	Média	DP	CV	Data	Média	DP	CV
02/jun	0,0783	0,0547	69,8267	02/jun	0,0265	0,0175	66,0458
03/jun	0,0820	0,0458	55,8022	03/jun	0,0271	0,0218	80,4107
04/jun	0,1093	0,0675	61,7343	04/jun	0,0375	0,0233	62,0805
05/jun	0,1909	0,3270	171,3170	05/jun	0,0884	0,2243	253,6675
06/jun	0,0694	0,0431	62,1035	06/jun	0,0450	0,1100	244,2098
07/jun	0,0357	0,0357	99,9266	07/jun	0,0060	0,0067	111,2481
08/jun	0,0047	0,0082	174,2987	08/jun	0,0007	0,0013	187,6573
09/jun	0,1182	0,0845	71,4576	09/jun	0,0369	0,0399	107,8756
10/jun	0,0905	0,0490	54,1679	10/jun	0,0230	0,0155	67,5146
11/jun	0,0801	0,0551	68,7770	11/jun	0,2294	0,9546	416,2177
12/jun	0,1378	0,1665	120,8516	12/jun	0,0423	0,0576	135,9339
13/jun	0,0798	0,0483	60,6044	13/jun	0,0276	0,0473	171,4336
14/jun	0,0320	0,0648	202,4740	14/jun	0,0201	0,0536	266,2151
15/jun	0,0052	0,0092	175,5019	15/jun	0,0005	0,0010	188,4490
16/jun	0,0808	0,0447	55,3932	16/jun	0,0296	0,0308	103,9617
17/jun	0,0961	0,0651	67,7527	17/jun	0,0316	0,0196	62,0068
18/jun	0,0881	0,0587	66,6467	18/jun	0,0405	0,0483	119,1059
19/jun	0,0230	0,0414	179,9871	19/jun	0,0073	0,0200	272,9799
20/jun	0,0974	0,0799	82,0270	20/jun	0,0591	0,0842	142,5956
21/jun	0,0290	0,0372	127,9743	21/jun	0,0035	0,0094	272,4092
22/jun	0,0123	0,0201	162,7799	22/jun	0,0022	0,0042	194,7584
23/jun	0,0932	0,1845	197,9635	23/jun	0,0932	0,1845	197,9635
24/jun	0,0327	0,0397	121,4152	24/jun	0,0327	0,0397	121,4152
25/jun	0,0379	0,0454	119,9448	25/jun	0,0379	0,0454	119,9448
26/jun	0,0434	0,0776	178,5117	26/jun	0,0434	0,0776	178,5117
27/jun	0,0399	0,1094	274,2270	27/jun	0,0399	0,1094	274,2270
28/jun	0,0047	0,0049	103,6362	28/jun	0,0047	0,0049	103,6362
29/jun	0,0032	0,0078	244,3370	29/jun	0,0032	0,0078	244,3370

Figura B.34 - Estatísticas da utilização do enlace MDF/IDF-Prédio3 - 02/06 a 29/06.

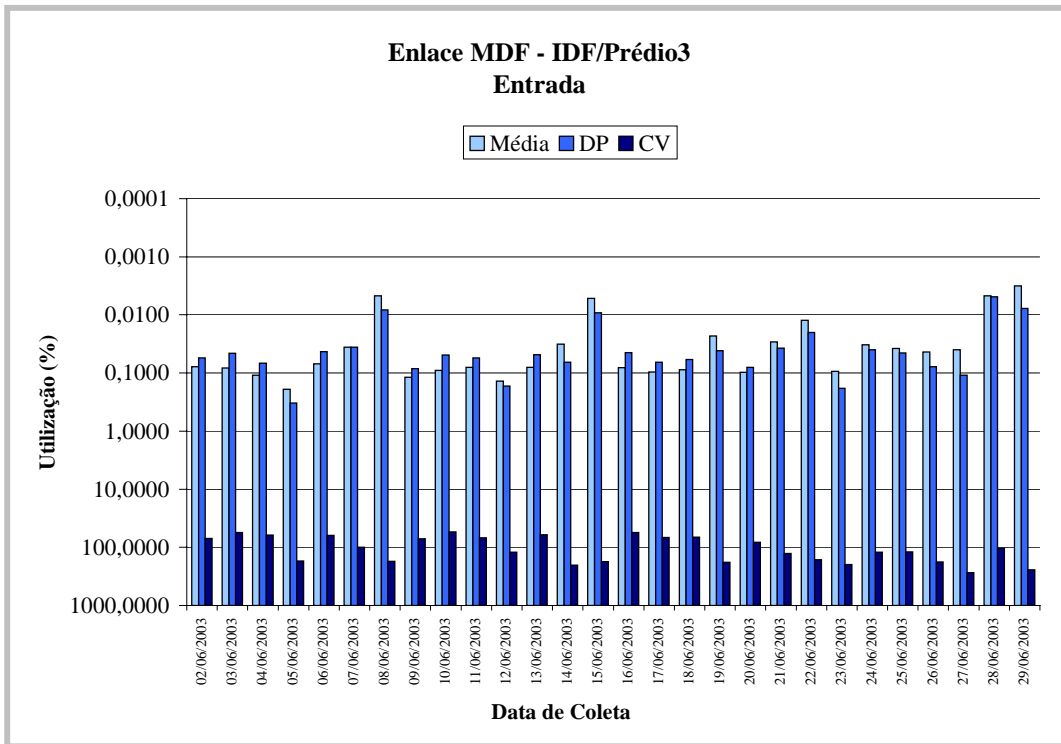


Figura B.35 - Utilização do enlace MDF/IDF-Prédio3 - 02/06 a 29/06 - Entrada.

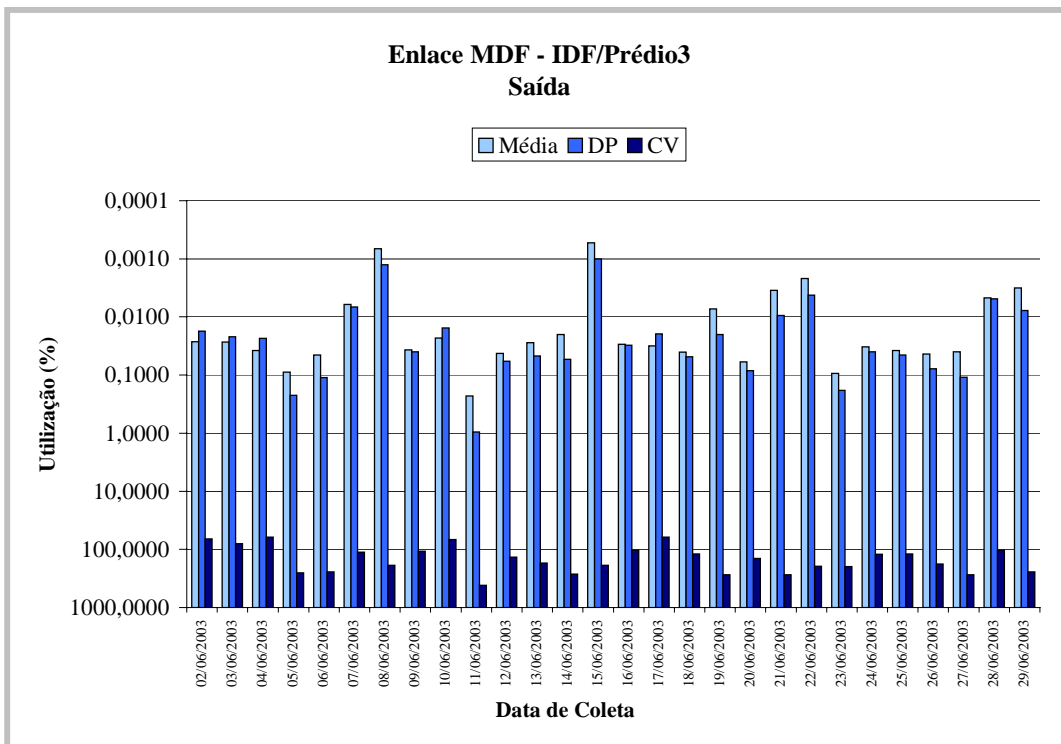


Figura B.36 - Utilização do enlace MDF/IDF-Prédio3 - 02/06 a 29/06 - Saída.

B.5 Enlace MDF-IDF/Prédio4

A seguir, são representadas as estatísticas Média, Desvio Padrão e Coeficiente de Variação, para os tráfegos Entrada e Saída, dos dias 31/03/2003 a 27/04/2003, equivalente ao primeiro mês de coleta, perfazendo um total de quatro semanas.

Enlace MDF - IDF/Prédio4 Entrada				Enlace MDF - IDF/Prédio4 Saída			
Data	Média	DP	CV	Data	Média	DP	CV
31/mar	0,0398	0,0444	111,6105	31/mar	0,1667	0,7322	439,0801
01/abr	0,0699	0,0649	92,9054	01/abr	0,0951	0,2300	241,7473
02/abr	0,0338	0,0227	67,1993	02/abr	0,0321	0,0211	65,7957
03/abr	0,0341	0,0289	84,7470	03/abr	0,0409	0,0759	185,8532
04/abr	0,0805	0,1051	130,5155	04/abr	0,1559	0,4431	284,1511
05/abr	0,0023	0,0002	10,4969	05/abr	0,0006	0,0001	23,3441
06/abr	0,0021	0,0001	4,3535	06/abr	0,0005	0,0001	14,2802
07/abr	0,0319	0,0300	93,9994	07/abr	0,0242	0,0161	66,4815
08/abr	0,0413	0,0357	86,4836	08/abr	0,0245	0,0174	70,9998
09/abr	0,0358	0,0284	79,4334	09/abr	0,0277	0,0237	85,6131
10/abr	0,0309	0,0257	83,1069	10/abr	0,0267	0,0174	65,2532
11/abr	0,0485	0,0401	82,5475	11/abr	0,0249	0,0226	90,8482
12/abr	0,0030	0,0048	161,5632	12/abr	0,0003	0,0004	132,9984
13/abr	0,0019	0,0001	5,1963	13/abr	0,0002	0,0001	37,2781
14/abr	0,0376	0,0254	67,5300	14/abr	0,0239	0,0155	64,6234
15/abr	0,0290	0,0178	61,4469	15/abr	0,0188	0,0124	65,8360
16/abr	0,0083	0,0150	181,6986	16/abr	0,0015	0,0017	114,5897
17/abr	0,0057	0,0072	126,8013	17/abr	0,0009	0,0011	121,4255
18/abr	0,0017	0,0000	2,5276	18/abr	0,0002	0,0000	8,5877
19/abr	0,0040	0,0063	157,0454	19/abr	0,0005	0,0004	99,3021
20/abr	0,0016	0,0001	3,4454	20/abr	0,0002	0,0001	28,5050
21/abr	0,0029	0,0034	116,8936	21/abr	0,0003	0,0003	104,9292
22/abr	0,0488	0,0275	56,2546	22/abr	0,0271	0,0176	64,8285
23/abr	0,0311	0,0246	79,0423	23/abr	0,0294	0,0189	64,2958
24/abr	0,0327	0,0218	66,7707	24/abr	0,0284	0,0174	61,3123
25/abr	0,0553	0,0763	137,8655	25/abr	0,1038	0,4029	388,0569
26/abr	0,0036	0,0039	107,1084	26/abr	0,0006	0,0007	123,8045
27/abr	0,0034	0,0036	106,4967	27/abr	0,0005	0,0002	50,5204

Figura B.37 - Estatísticas da utilização do enlace MDF/IDF-Prédio4 - 31/03 a 27/04.

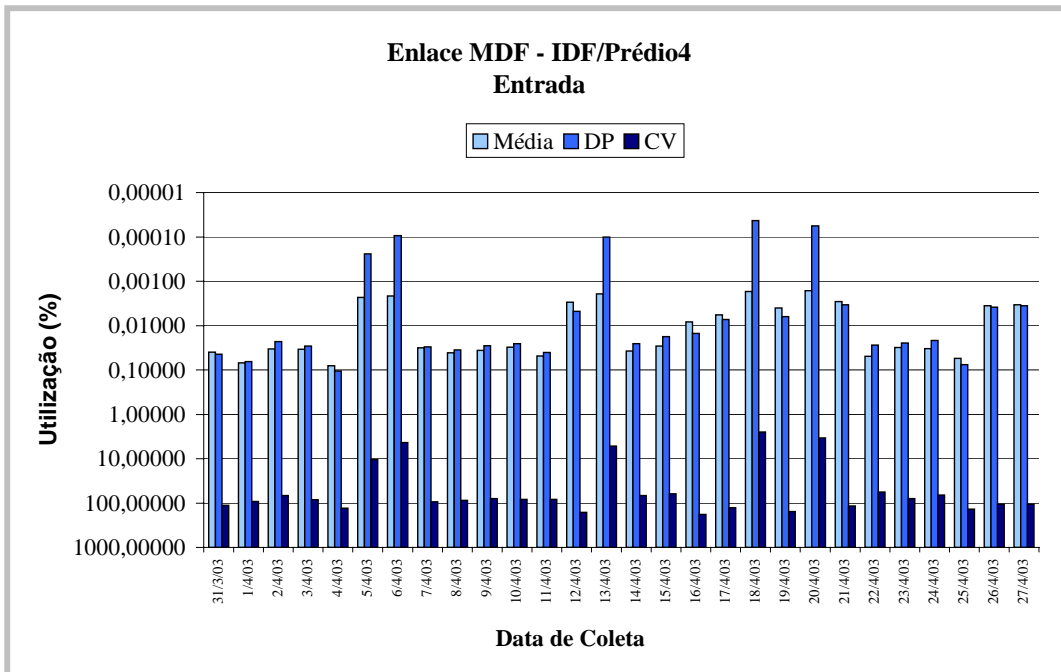


Figura B.38 - Utilização do enlace MDF/IDF-Prédio4 - 31/03 a 27/04 - Entrada.

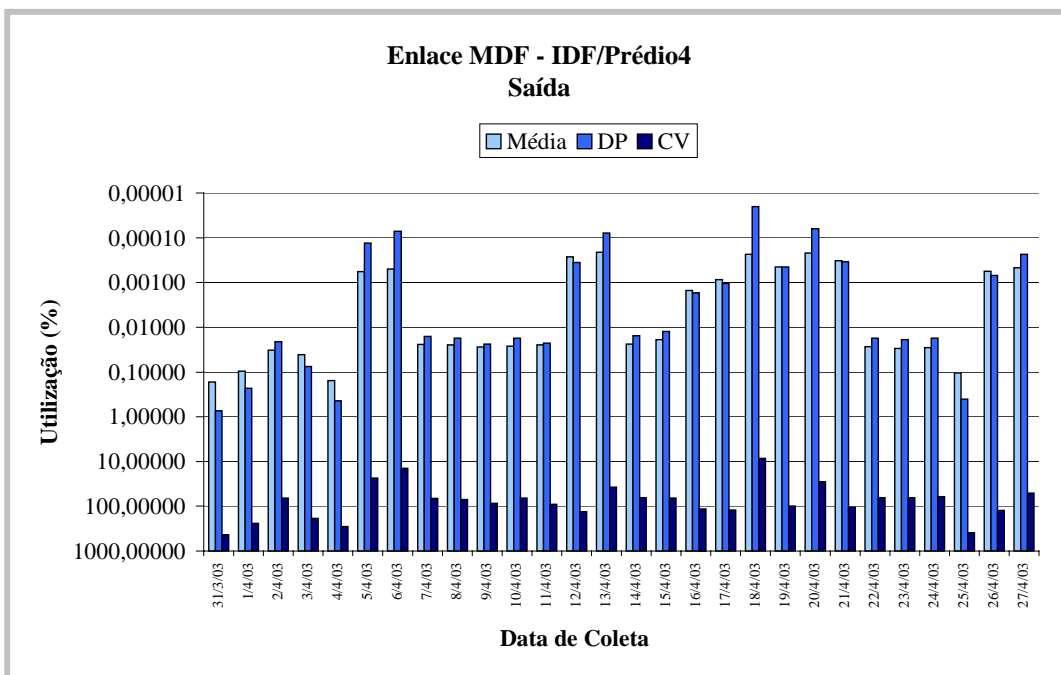


Figura B.39 - Utilização do enlace MDF/IDF-Prédio4 - 31/03 a 27/04 - Saída.

A seguir, são representadas as estatísticas Média, Desvio Padrão e Coeficiente de Variação, para os tráfegos Entrada e Saída, dos dias 28/04/2003 a 01/06/2003, equivalente ao segundo mês de coleta, perfazendo, até aqui, um total de nove semanas de coleta.

Enlace MDF - IDF/Prédio4 Entrada				Enlace MDF - IDF/Prédio4 Saída			
Data	Média	DP	CV	Data	Média	DP	CV
28abr	0,0402	0,0376	93,5754	28abr	0,1871	0,6943	371,1483
29abr	0,0390	0,0215	61,2907	29abr	0,0304	0,0203	66,3235
30abr	0,0323	0,0236	73,1789	30abr	0,0280	0,0190	67,7128
01mai	0,0000	0,0000	0,0000	01mai	0,0000	0,0000	0,0000
02mai	0,0886	0,2672	301,7196	02mai	0,0324	0,0694	214,3672
03mai	0,0020	0,0005	27,8172	03mai	0,0003	0,0000	17,3991
04mai	0,0017	0,0001	3,0687	04mai	0,0002	0,0000	14,4046
05mai	0,0318	0,0241	76,0203	05mai	0,1025091	0,3960395	386,34689
06mai	0,0302	0,0303	100,1452	06mai	0,0264737	0,094238	73,37049
07mai	0,0372	0,0604	162,1358	07mai	0,0792789	0,2745029	346,26276
08mai	0,0240	0,0143	59,7661	08mai	0,0239067	0,0147766	61,612182
09mai	0,0257	0,0209	81,4793	09mai	0,0240418	0,0167371	69,617238
10mai	0,0032	0,0023	70,6733	10mai	0,0006674	0,0001846	27,654004
11mai	0,0041	0,0069	169,9793	11mai	0,002082	0,0050064	240,46334
12mai	0,0239	0,0188	79,7481	12mai	0,0224	0,0164	73,2940
13mai	0,0278	0,0246	89,3121	13mai	0,1045	0,4182	400,3074
14mai	0,0362	0,0324	89,5495	14mai	0,0251	0,0159	63,1213
15mai	0,0381	0,0314	82,2345	15mai	0,0235	0,0224	75,9321
16mai	0,0406	0,0386	94,9335	16mai	0,0225	0,0178	79,0124
17mai	0,0024	0,0004	16,6993	17mai	0,0006	0,0003	41,2952
18mai	0,0021	0,0002	8,4053	18mai	0,0004	0,0001	16,4763
19mai	0,0356	0,0276	77,5682	19mai	0,0250	0,0172	69,0737
20mai	0,0332	0,0282	84,9712	20mai	0,1059	0,4243	400,8500
21mai	0,0238	0,0210	89,3143	21mai	0,0207	0,0143	69,1434
22mai	0,0020	0,0002	7,9054	22mai	0,0002	0,0001	29,4056
23mai	0,0079	0,0117	147,9696	23mai	0,0005	0,0009	109,5696
24mai	0,0021	0,0026	121,7765	24mai	0,0001	0,0002	146,5616
25mai	0,0017	0,0004	26,4081	25mai	0,0001	0,0001	79,8272
26mai	0,0370	0,0373	100,8124	26mai	0,0276	0,0193	66,3546
27mai	0,0337	0,0269	79,7552	27mai	0,0493	0,0894	181,4165
28mai	0,0281	0,0188	67,1452	28mai	0,0210	0,0143	68,0963
29mai	0,0278	0,0240	86,1618	29mai	0,0189	0,0134	71,0555
30mai	0,0291	0,0258	91,6536	30mai	0,0207	0,0161	72,7322
31mai	0,0022	0,0003	11,5045	31mai	0,0004	0,0001	30,5030
01jun	0,0051	0,0051	100,3266	01jun	0,0007	0,0007	103,5213

Figura B.40 - Estatísticas da utilização do enlace MDF/IDF-Prédio4 - 28/04 a 01/06.

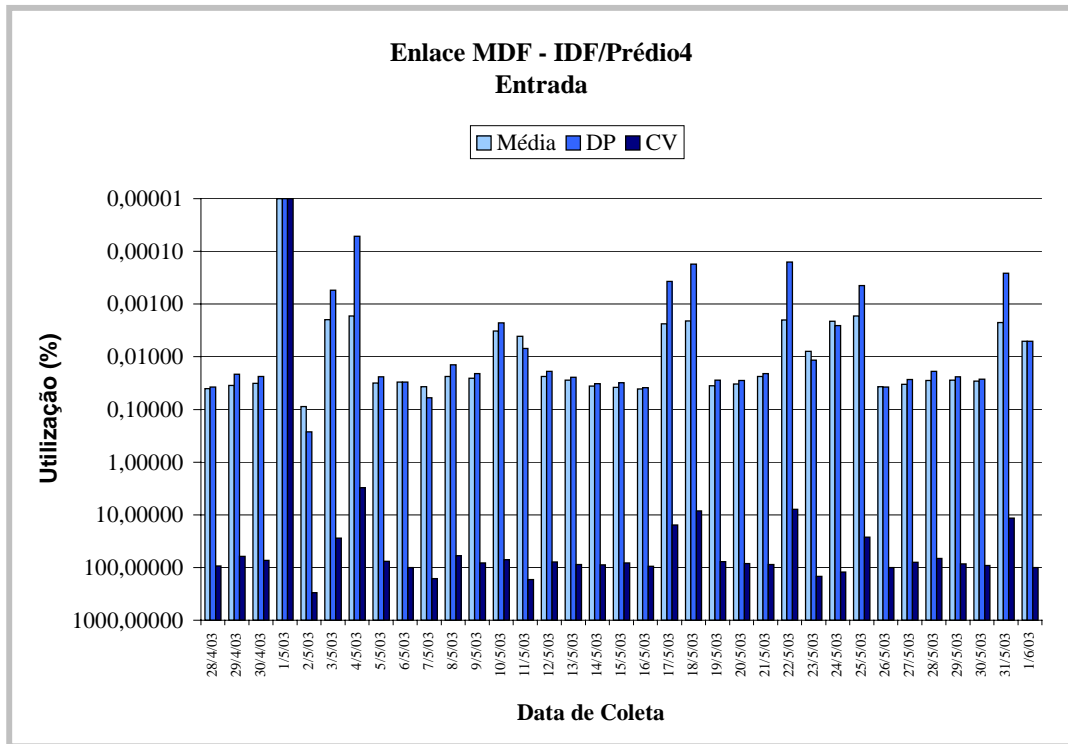


Figura B.41 - Utilização do enlace MDF/IDF-Prédio4 - 28/04 a 01/06 - Entrada.

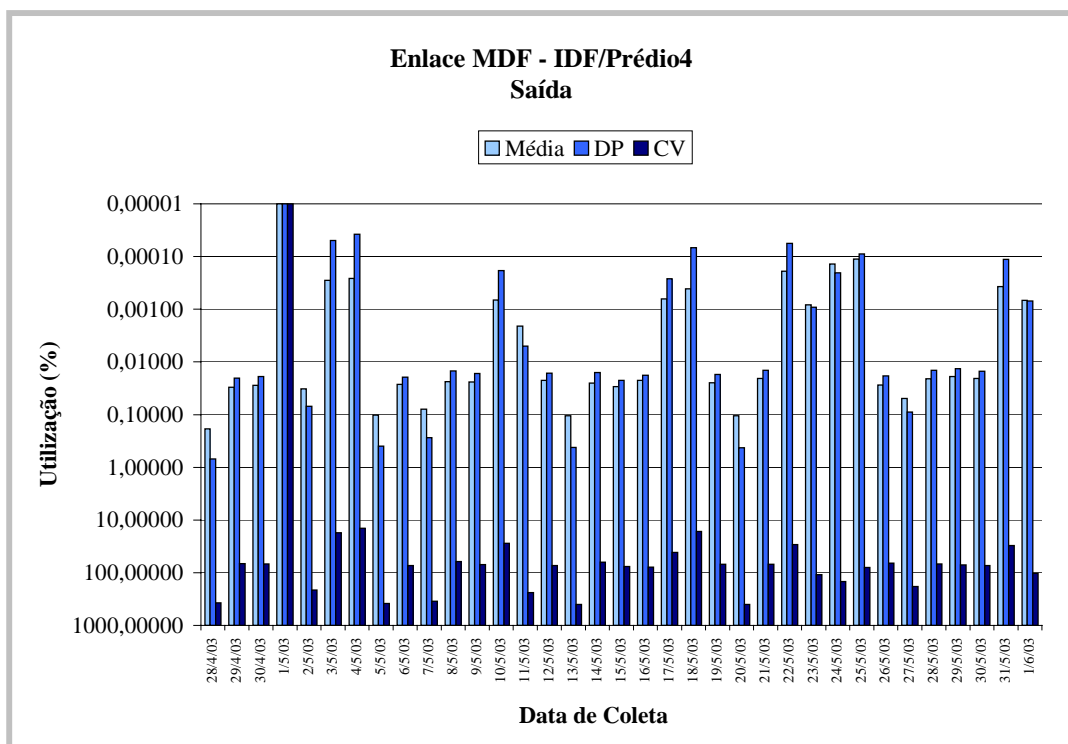


Figura B.42 - Utilização do enlace MDF/IDF-Prédio4 - 28/04 a 01/06 - Saída.

A seguir, são representadas as estatísticas Média, Desvio Padrão e Coeficiente de Variação, para os tráfegos Entrada e Saída, dos dias 02/06/2003 a 29/06/2003, equivalente ao terceiro mês de coleta, perfazendo o total de treze semanas de coleta.

Entrada				Saída			
Data	Média	DP	CV	Data	Média	DP	CV
02/jun	0,0289	0,0261	90,4193	02/jun	0,01799	0,01151	63,9512
03/jun	0,0408	0,0300	73,6268	03/jun	0,10944	0,43302	395,68
04/jun	0,0663	0,1565	236,2390	04/jun	0,02728	0,0185	67,8129
05/jun	0,0821	0,1279	155,7566	05/jun	0,12869	0,34106	265,032
06/jun	0,0258	0,0220	85,3515	06/jun	0,02906	0,02229	76,7036
07/jun	0,0029	0,0008	28,0923	07/jun	0,00056	0,00036	64,7383
08/jun	0,0031	0,0018	59,1535	08/jun	0,00042	0,0002	46,8871
09/jun	0,0345	0,0272	78,7270	09/jun	0,0240	0,0169	70,3702
10/jun	0,0315	0,0230	73,0542	10/jun	0,0354	0,0370	104,8165
11/jun	0,0254	0,0178	69,8162	11/jun	0,0258	0,0181	70,1890
12/jun	0,0229	0,0186	81,2195	12/jun	0,0207	0,0131	63,1020
13/jun	0,0265	0,0150	56,5571	13/jun	0,0200	0,0132	65,7786
14/jun	0,0041	0,0031	75,3505	14/jun	0,0007	0,0007	97,9831
15/jun	0,0023	0,0001	3,6439	15/jun	0,0003	0,0000	11,0394
16/jun	0,0254	0,0187	73,8111	16/jun	0,0204	0,0138	67,4864
17/jun	0,0343	0,0243	70,7363	17/jun	0,0271	0,0169	62,4462
18/jun	0,0316	0,0280	88,5951	18/jun	0,0269	0,0179	66,6062
19/jun	0,0029	0,0006	20,9385	19/jun	0,0004	0,0001	30,1585
20/jun	0,0238	0,0192	80,5416	20/jun	0,0162	0,0116	71,2167
21/jun	0,0021	0,0002	8,9910	21/jun	0,0003	0,0001	39,1955
22/jun	0,0026	0,0017	65,8460	22/jun	0,0004	0,0003	86,8694
23/jun	0,0399	0,0335	83,8920	23/jun	0,1156	0,4552	393,7510
24/jun	0,0311	0,0421	135,5090	24/jun	0,0311	0,0307	98,5453
25/jun	0,0352	0,0530	150,6472	25/jun	0,0267	0,0217	81,2967
26/jun	0,0331	0,0189	57,1724	26/jun	0,0281	0,0184	65,6068
27/jun	0,0366	0,0241	65,9575	27/jun	0,1257	0,3705	294,7565
28/jun	0,0028	0,0003	9,3133	28/jun	0,0008	0,0003	36,4709
29/jun	0,0004	0,0000	9,1379	29/jun	0,0004	0,0000	9,1379

Figura B.43 - Estatísticas da utilização do enlace MDF/IDF-Prédio4 - 02/06 a 29/06.

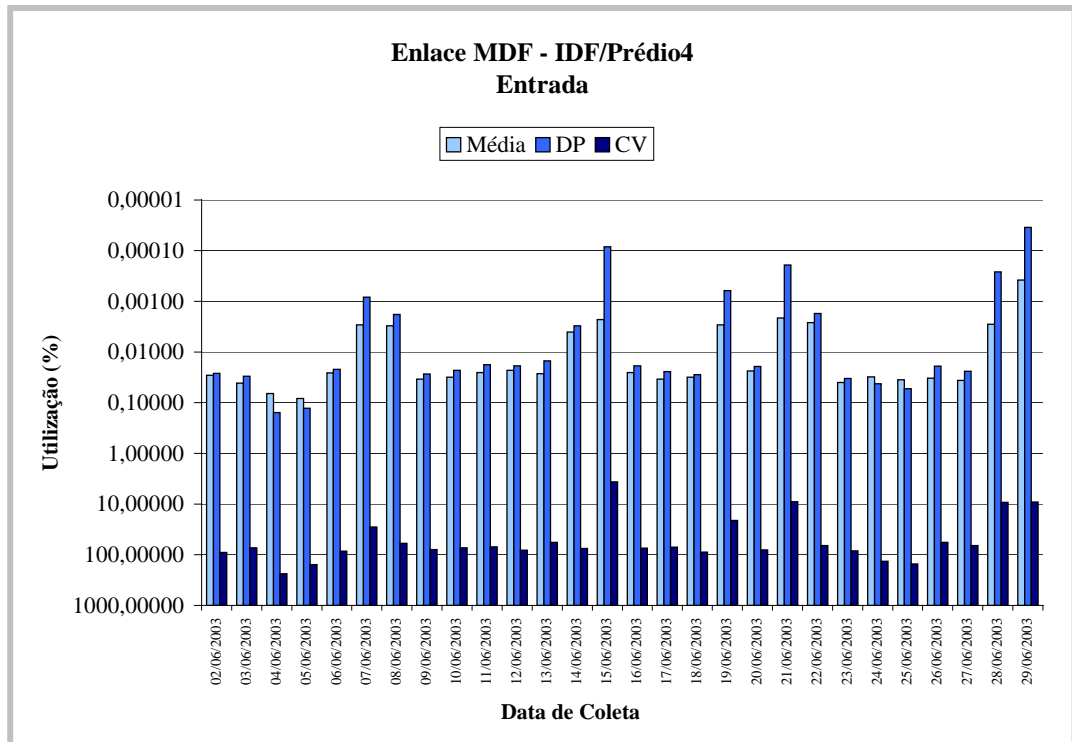


Figura B.44 - Utilização do enlace MDF/IDF-Prédio4 - 02/06 a 29/06 - Entrada.

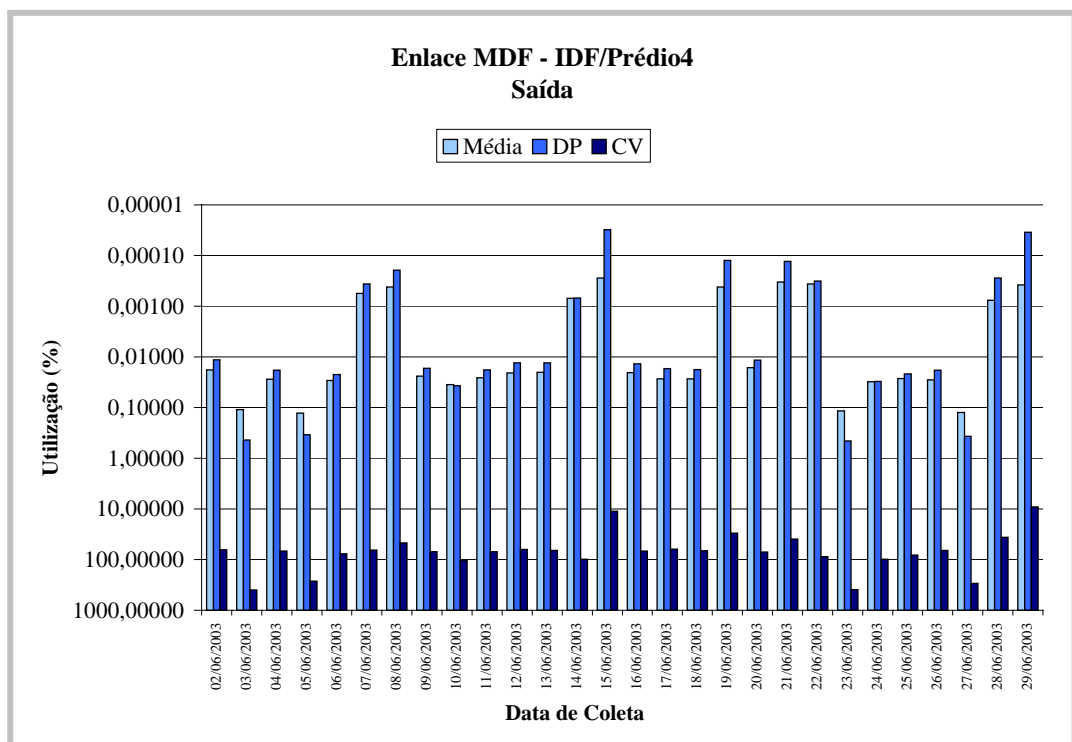


Figura B.45 - Utilização do enlace MDF/IDF-Prédio4 - 02/06 a 29/06 - Saída.

ANEXO C – RESULTADOS OPNET: FASE TRÊS DA METODOLOGIA

C.1 Configuração do Modelo Inicial

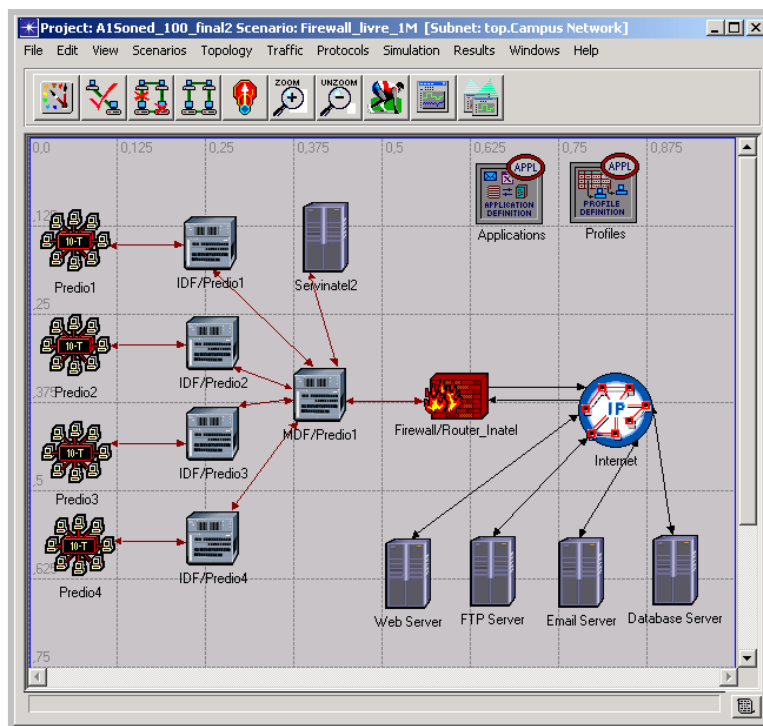


Figura C.1 - Topologia do modelo de simulação - Rede corporativa do INATEL.

Tabela C.1 - Características dos enlaces.

Identificação do Enlace	Descrição	Taxa	Nº Estações
MDF - IDF/Prédio1	Enlace entre o switch principal e o switch do prédio 1	100 Mbps	115
MDF - IDF/Prédio2	Enlace entre o switch principal e o switch do prédio 2	100 Mbps	123
MDF - IDF/Prédio3	Enlace entre o switch principal e o switch do prédio 3	100 Mbps	60
MDF - IDF/Prédio4	Enlace entre o switch principal e o switch do prédio 4	100 Mbps	14
MDF - Servinatel2	Enlace entre o switch principal e o servidor principal do INATEL	100 Mbps	1
INATEL - Impsat	Enlace entre o switch principal e a rede mundial (Internet)	1 MBPS (in) 1 Mbps (out)	---

C.1.1 Configuração dos Tipos de Usuários (*Profiles*)

Foram definidos, aqui, os três tipos de usuários e seus correspondentes atributos.

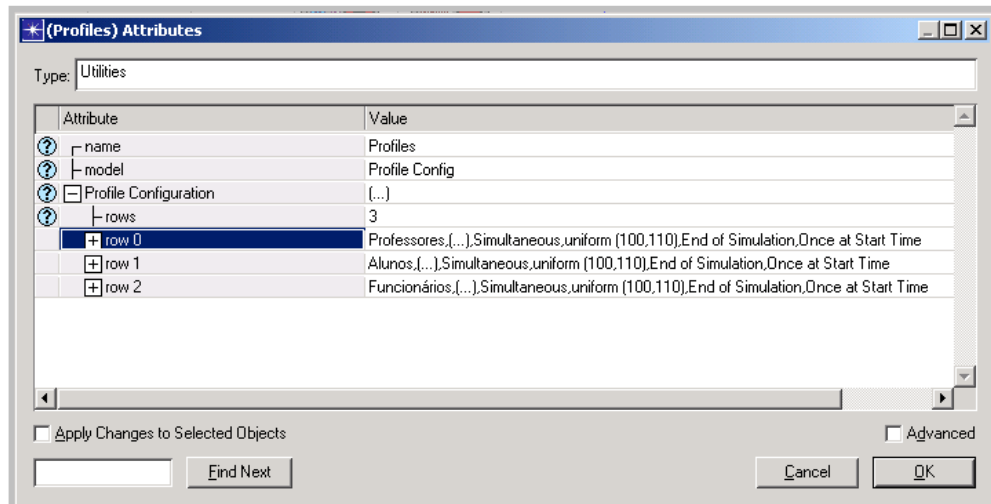


Figura C.2 - Definição dos três tipos de usuários.

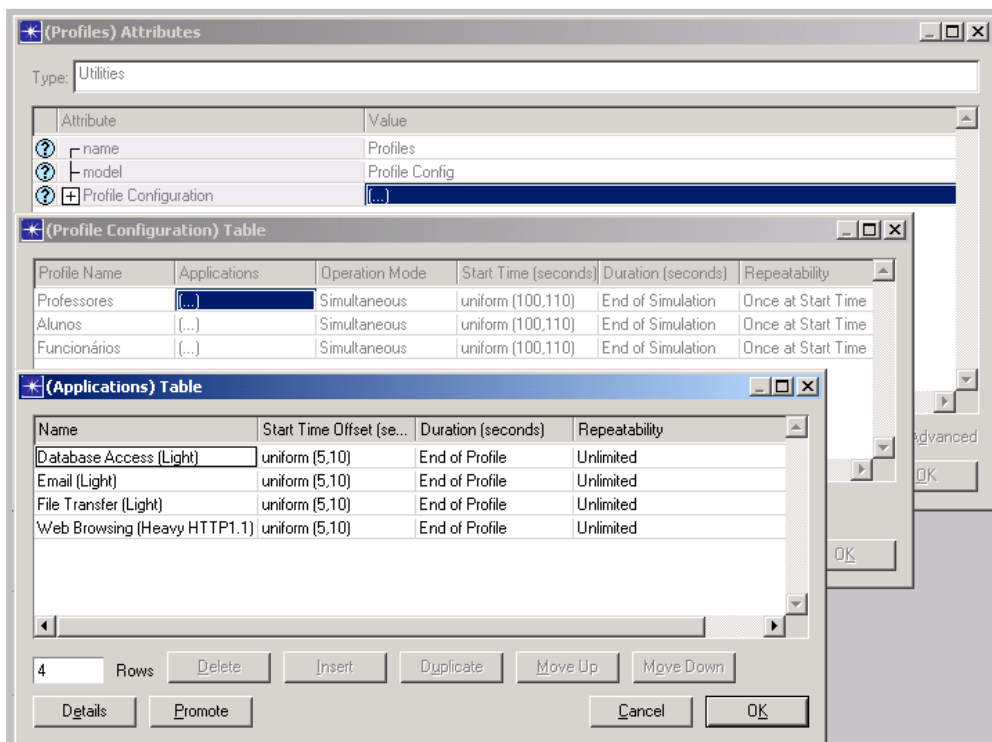


Figura C.3 - Tipos de serviços - Usuário Professores.

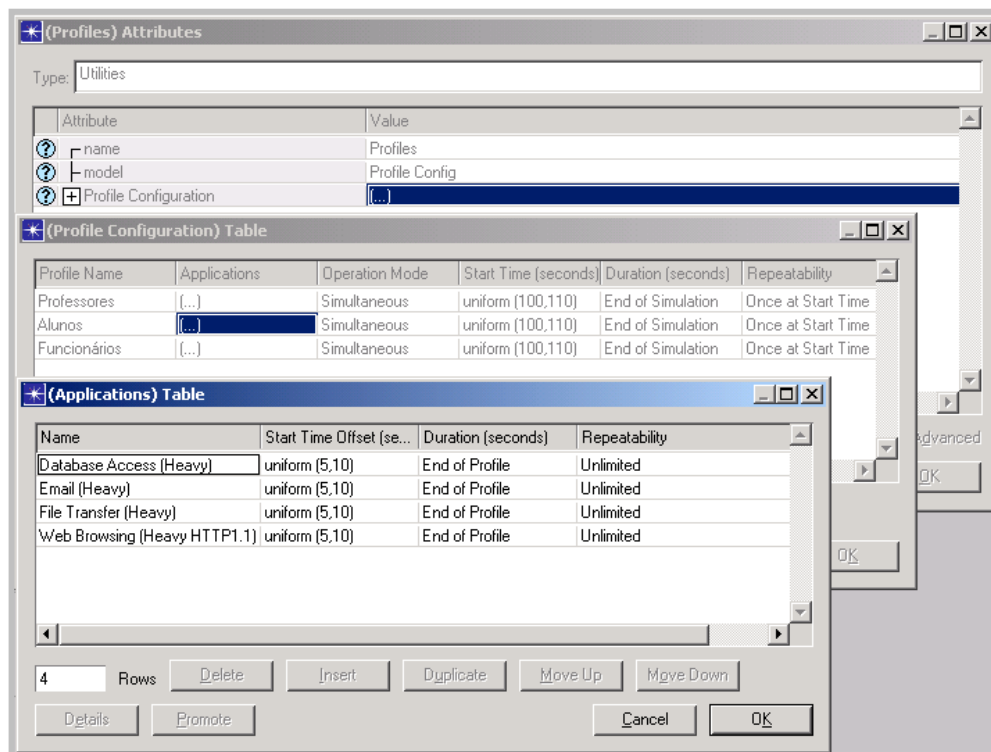


Figura C.4 - Tipos de serviços - Usuário Alunos.

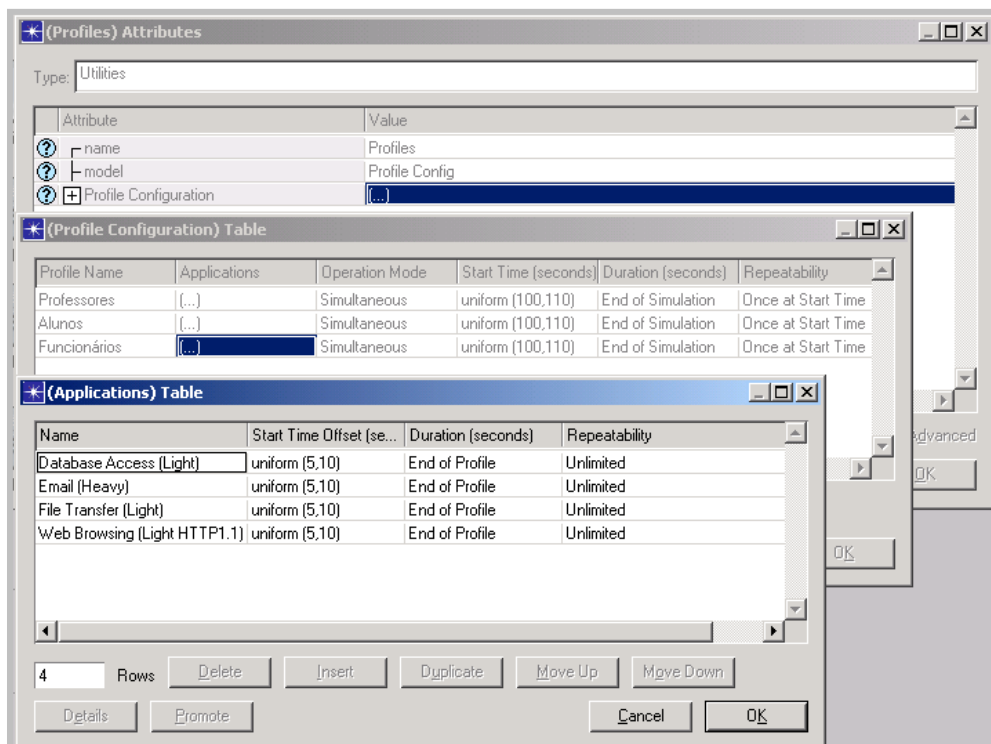


Figura C.5 - Tipos de serviços - Usuário Funcionários.

C.1.2 Configuração das Aplicações

Foram definidos os oito tipos de serviços disponíveis aos usuários.

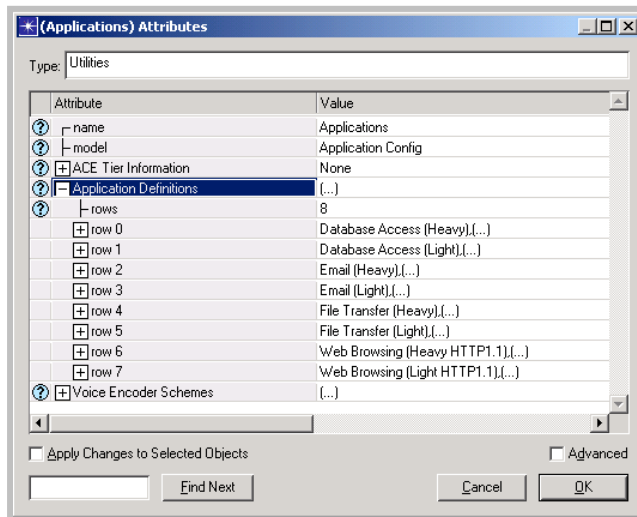


Figura C.6 - Tipos de serviços - Usuário Alunos.

C.1.3 Configuração dos Usuários em cada Segmento da Rede

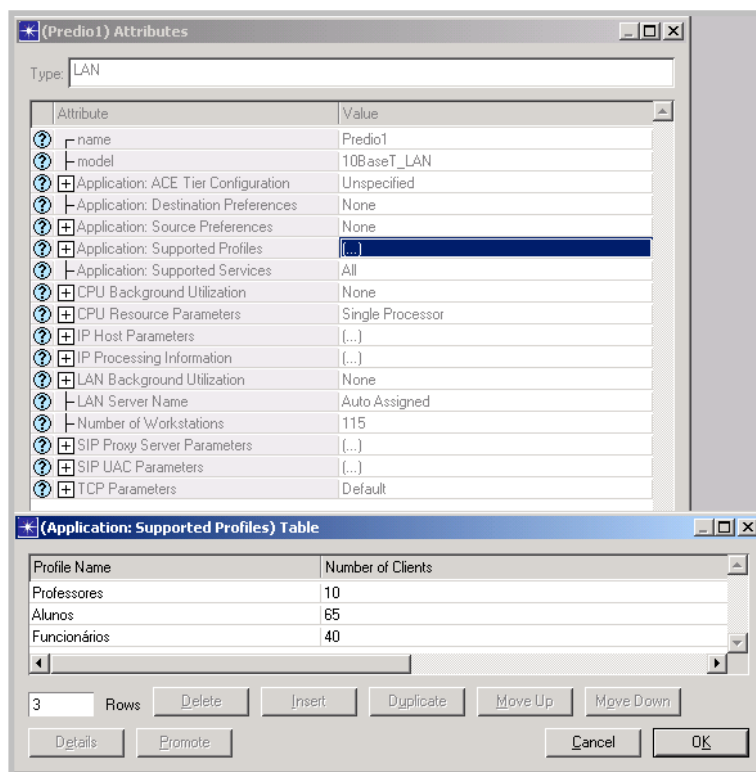


Figura C.7 - Configuração dos usuários - Prédio 1.

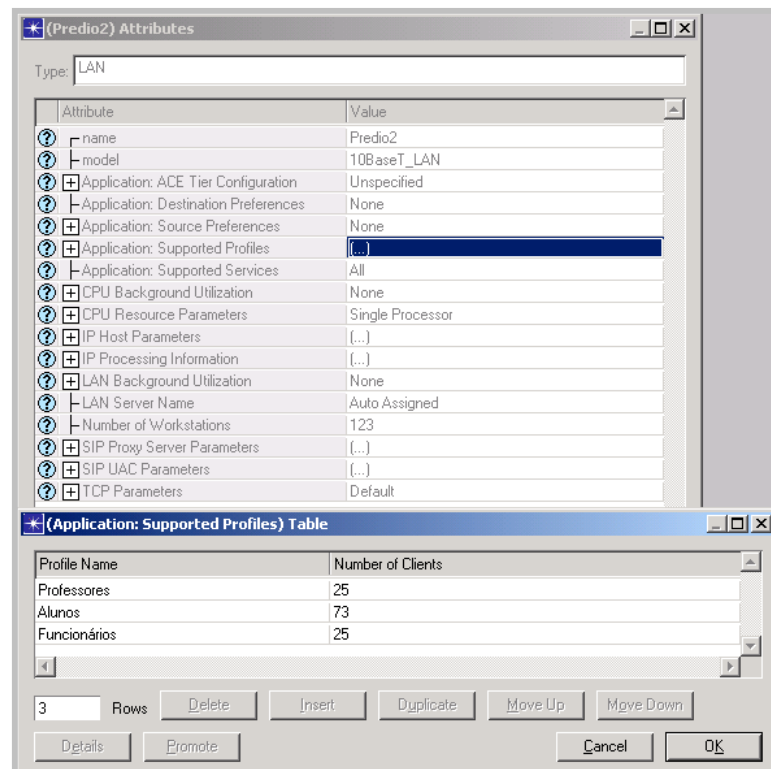


Figura C.8 - Configuração dos usuários - Prédio 2.

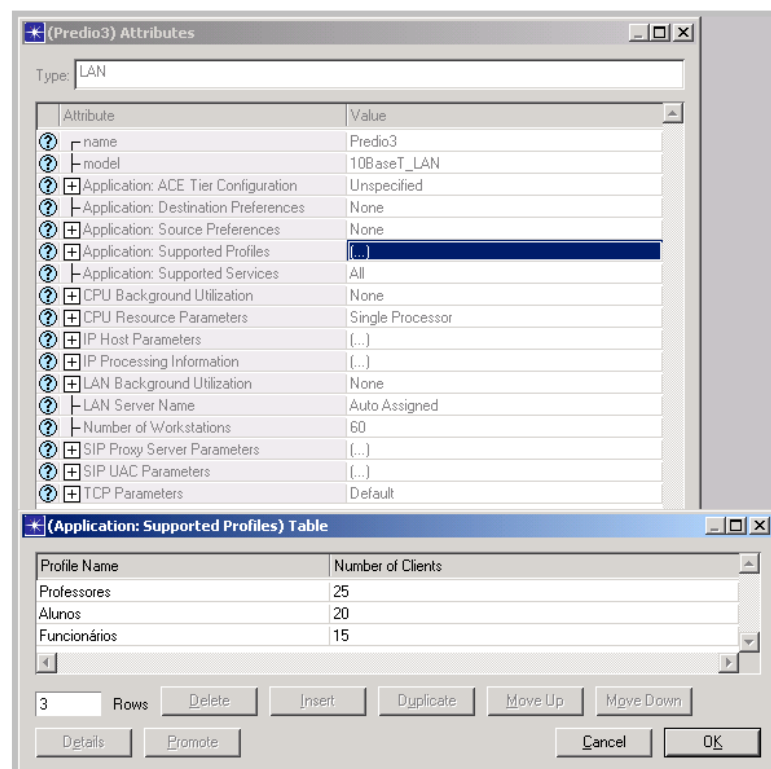


Figura C.9 - Configuração dos usuários - Prédio 3.

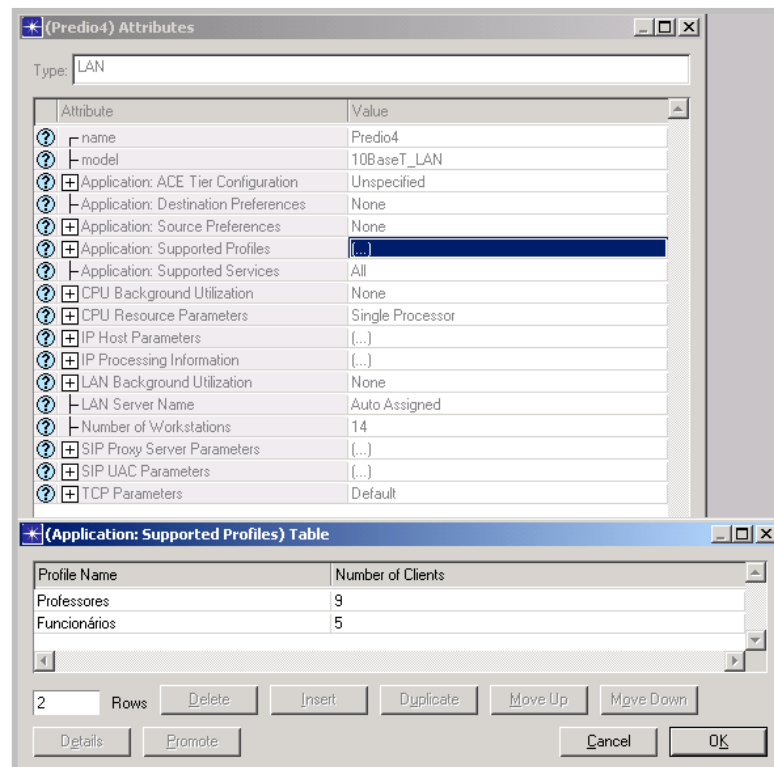


Figura C.10 - Configuração dos usuários - Prédio 4.

C.1.4 Definição dos Serviços Disponibilizados em cada Servidor da Rede

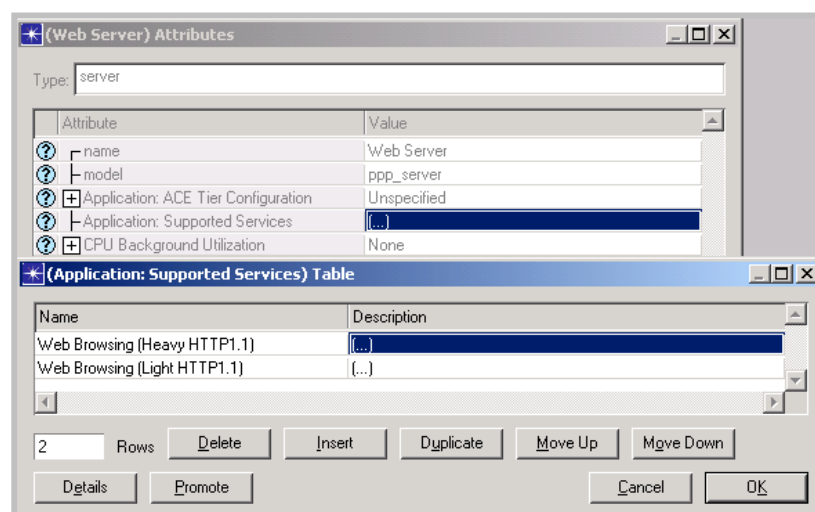


Figura C.11 - Atributos do servidor Web Server.

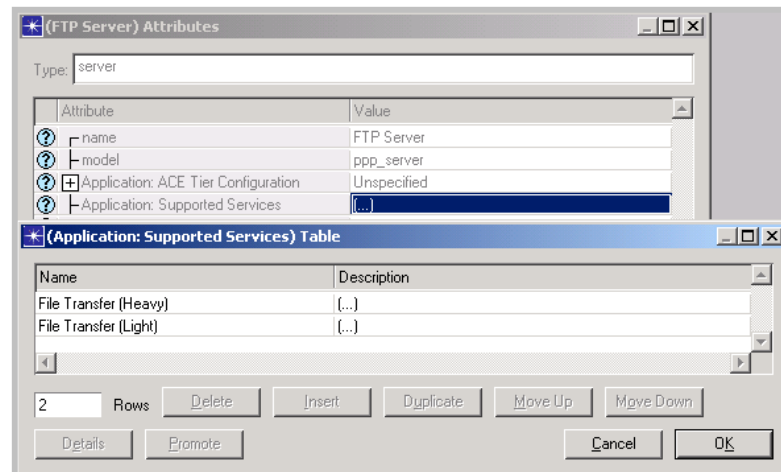


Figura C.12 - Atributos do servidor FTP Server.

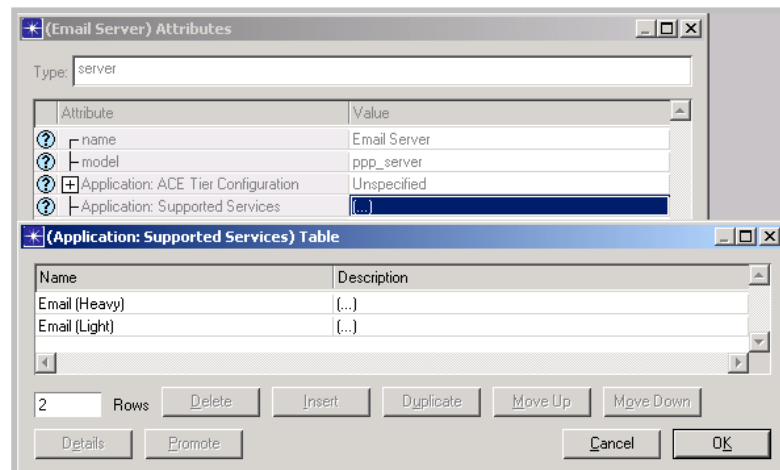


Figura C.13 - Atributos do servidor Email Server.

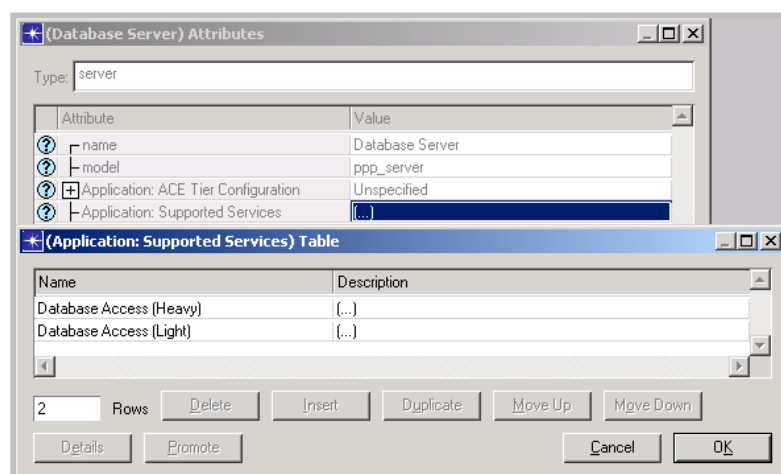


Figura C.14 - Atributos do servidor Database Server.

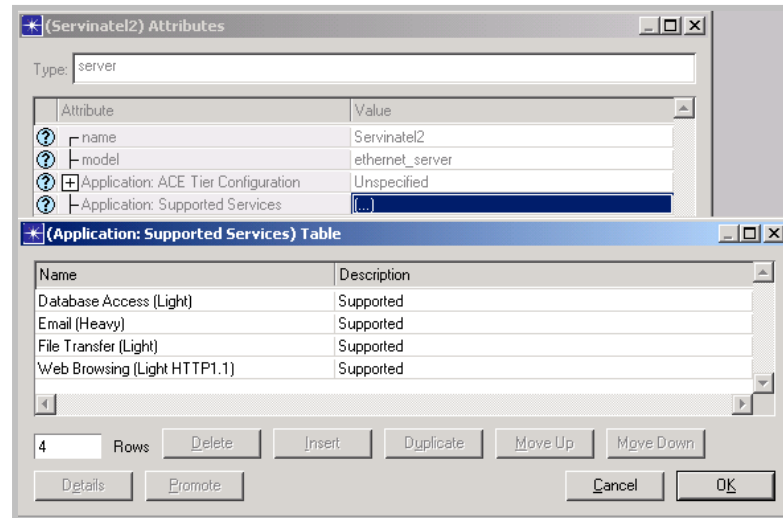


Figura C.15 - Atributos do servidor Servinatel2.

C.1.5 Principais Características em cada Cenário de Simulação

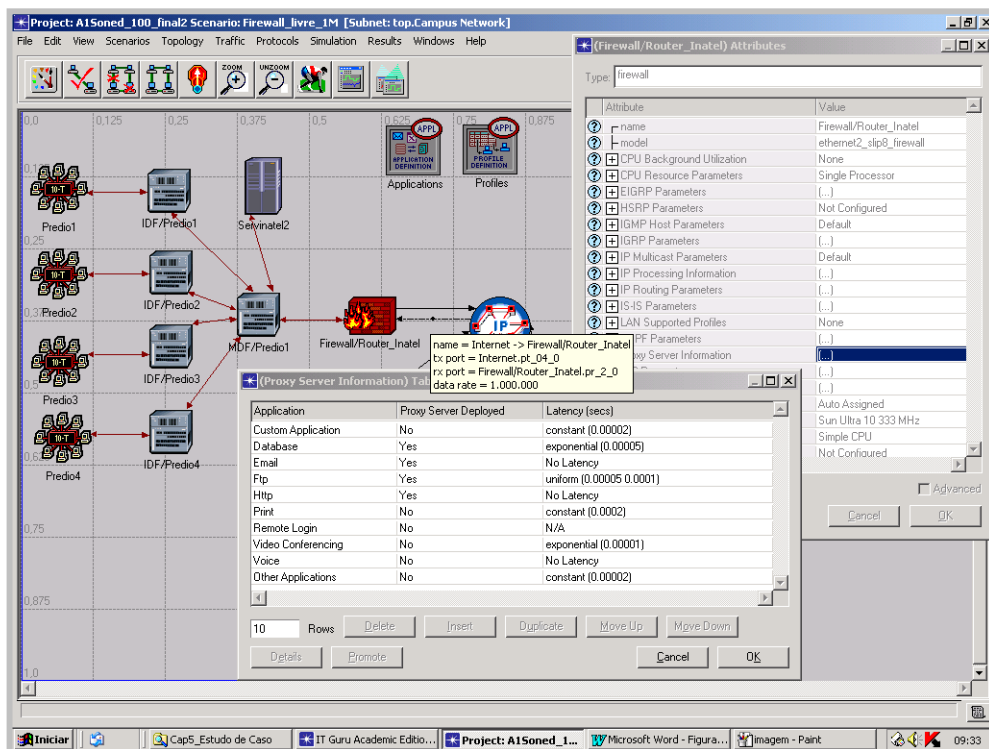


Figura C.16 – Cenário Firewall_livre_1M.

The screenshot displays a network simulation environment. The main window shows a topology diagram with nodes labeled Predio1 through Predio4, IDF/Predio1 through IDF/Predio4, Servinatel2, and Firewall/Router_Inatel. The Firewall/Router_Inatel node is highlighted, and its configuration window is open. The configuration window shows the following attributes:

Attribute	Value
name	Firewall/Router_Inatel
model	ethernet2_slip8_firewall
CPU Background Utilization	None
CPU Resource Parameters	Single Processor
EIGRP Parameters	(...)
HSRP Parameters	Not Configured
IGMP Host Parameters	Default
IGRP Parameters	(...)
IP Multicast Parameters	Default
IP Processing Information	(...)
IP Routing Parameters	(...)
ISIS Parameters	(...)
LAN Supported Profiles	None
OSPF Parameters	(...)

Below the configuration window, a '(Proxy Server Information) Table' is visible, showing the following data:

Application	Proxy Server Deployed	Latency (secs)
Custom Application	No	constant (0.00002)
Database	Yes	exponential (0.00005)
Email	Yes	No Latency
Ftp	Yes	uniform (0.00005 0.0001)
Http	Yes	No Latency
Print	No	constant (0.0002)
Remote Login	No	N/A
Video Conferencing	No	exponential (0.00001)
Voice	No	No Latency
Other Applications	No	constant (0.00002)

Figura C.17 – Cenário Firewall_livre_2M.

The screenshot displays a network simulation environment, similar to the previous one. The main window shows a topology diagram with nodes labeled Predio1 through Predio4, IDF/Predio1 through IDF/Predio4, Servinatel2, and Firewall/Router_Inatel. The Firewall/Router_Inatel node is highlighted, and its configuration window is open. The configuration window shows the following attributes:

Attribute	Value
name	Firewall/Router_Inatel
model	ethernet2_slip8_firewall
CPU Background Utilization	None
CPU Resource Parameters	Single Processor
EIGRP Parameters	(...)
HSRP Parameters	Not Configured
IGMP Host Parameters	Default
IGRP Parameters	(...)
IP Multicast Parameters	Default
IP Processing Information	(...)
IP Routing Parameters	(...)
ISIS Parameters	(...)
LAN Supported Profiles	None
OSPF Parameters	(...)

Below the configuration window, a '(Proxy Server Information) Table' is visible, showing the following data:

Application	Proxy Server Deployed	Latency (secs)
Custom Application	No	constant (0.00002)
Database	Yes	exponential (0.00005)
Email	Yes	No Latency
Ftp	No	uniform (0.00005 0.0001)
Http	Yes	No Latency
Print	No	constant (0.0002)
Remote Login	No	N/A
Video Conferencing	No	exponential (0.00001)
Voice	No	No Latency
Other Applications	No	constant (0.00002)

Figura C.18 - Cenário Firewall_block_1M.

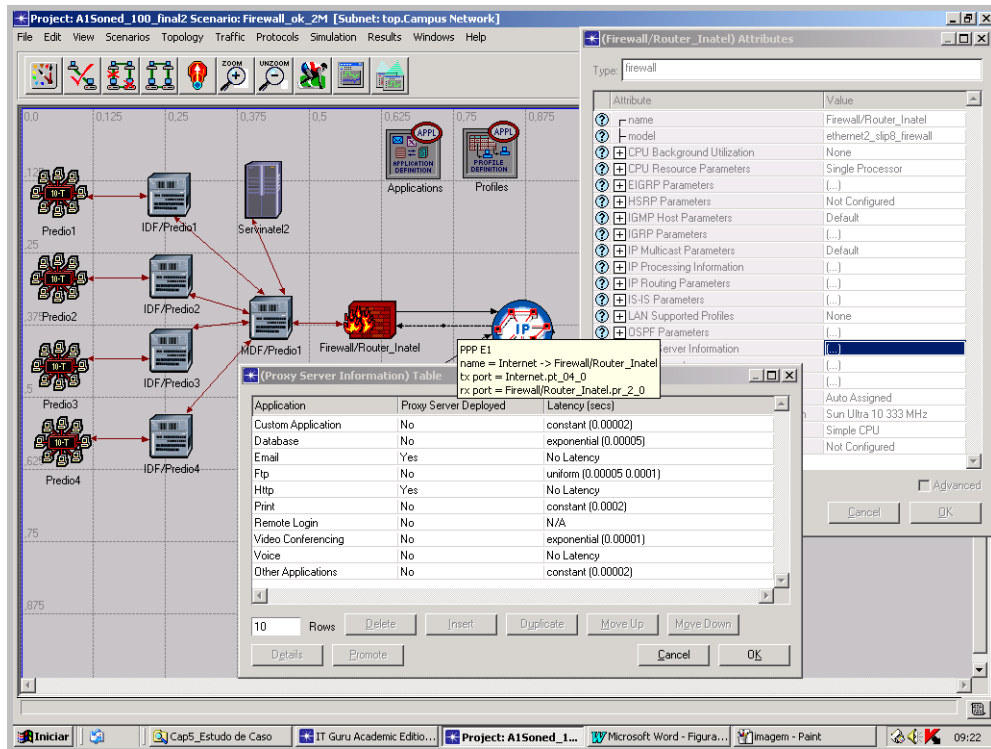


Figura C.21 - Cenário Firewall_ok_2M.

C.2 Resultados Opnet

As figuras a seguir ilustram os resultados das simulações referentes à utilização de largura de banda (C.2.1) e throughput (C.2.2), para cada um dos enlaces estudados, em cada sentido (Entrada/Saída), além dos tempos de serviço médios (C.2.3) para alguns dos servidores utilizados no modelo.

C.2.1 Resultados: Utilização de Largura de Banda

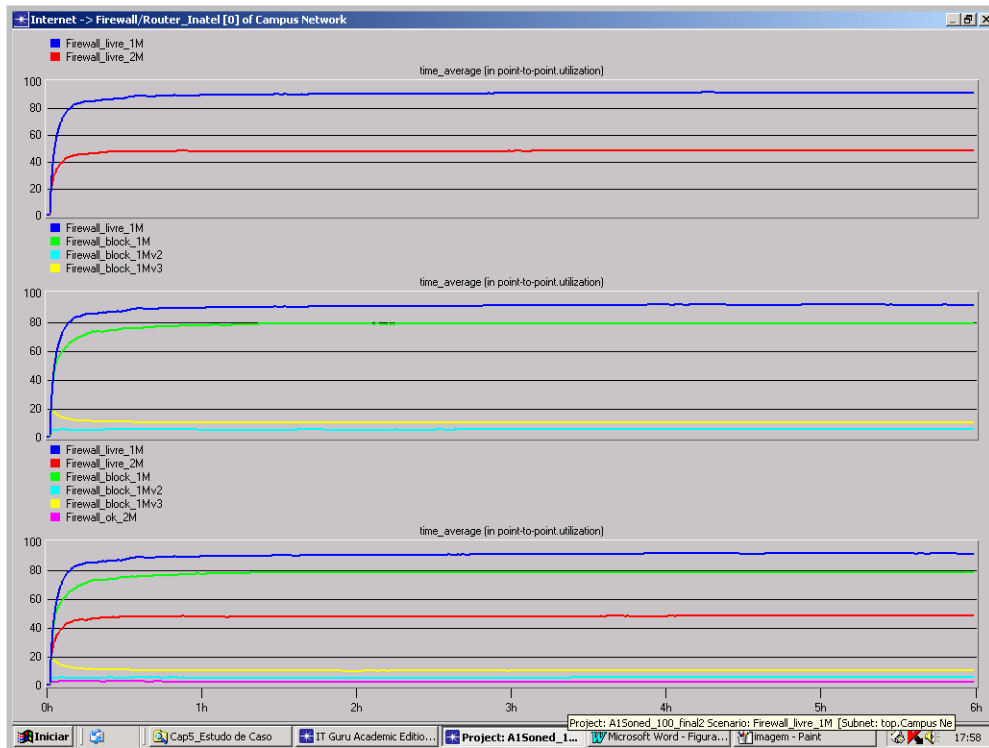


Figura C.22 - Enlace Internet→Firewall/Router_INATEL.

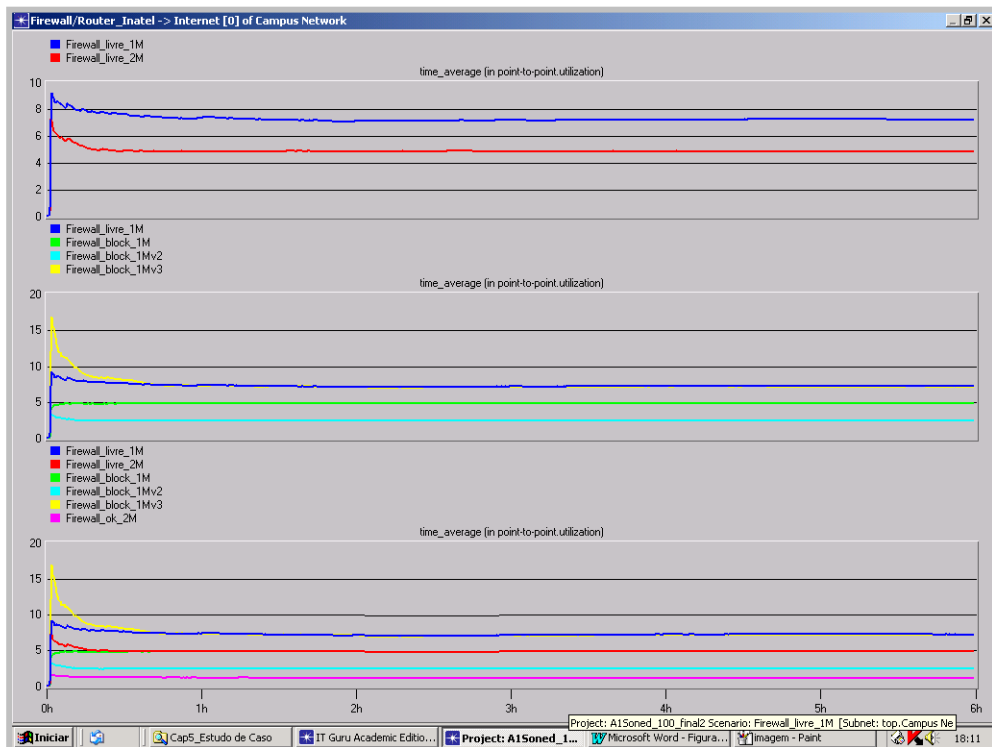


Figura C.23 - Firewall/Router_INATEL→Enlace Internet.

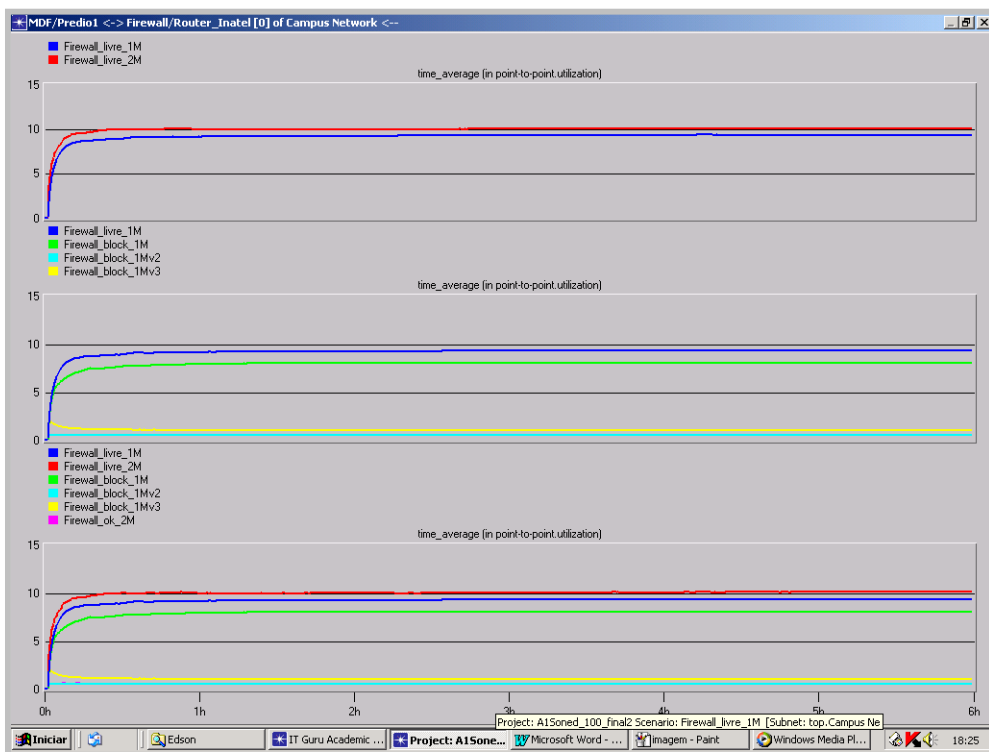


Figura C.24 - MDF/Prédio1←Firewall/Routr_INATEL.

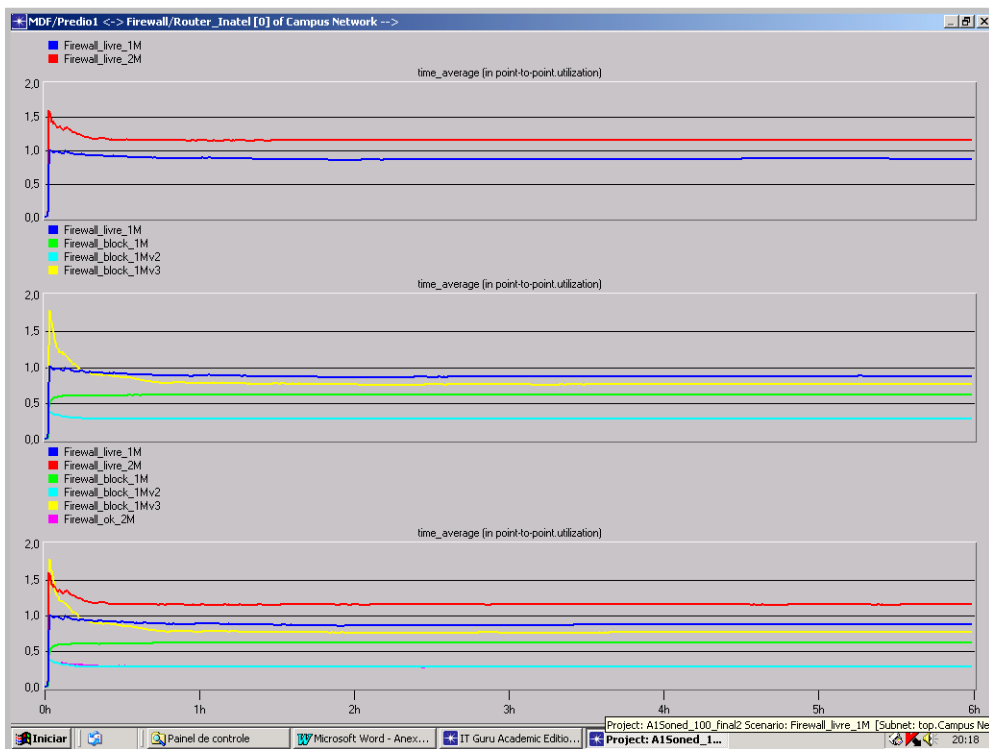


Figura C.25 - MDF/Prédio1→Firewall/Routr_INATEL.

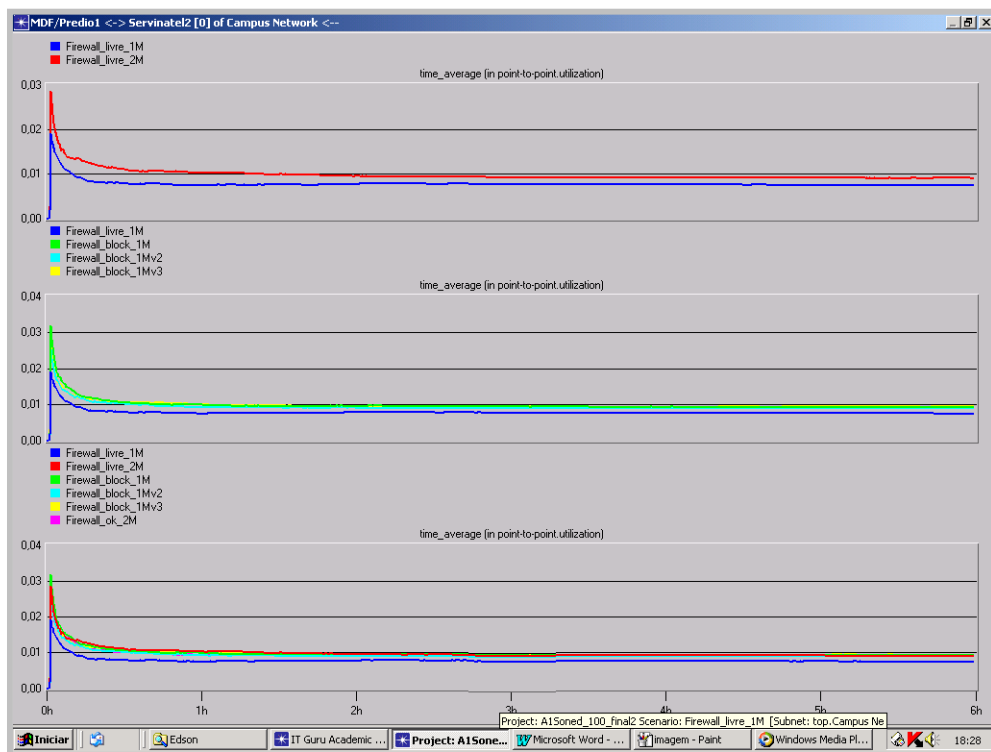


Figura C.26 - MDF/Prédio1←Servinatel2.

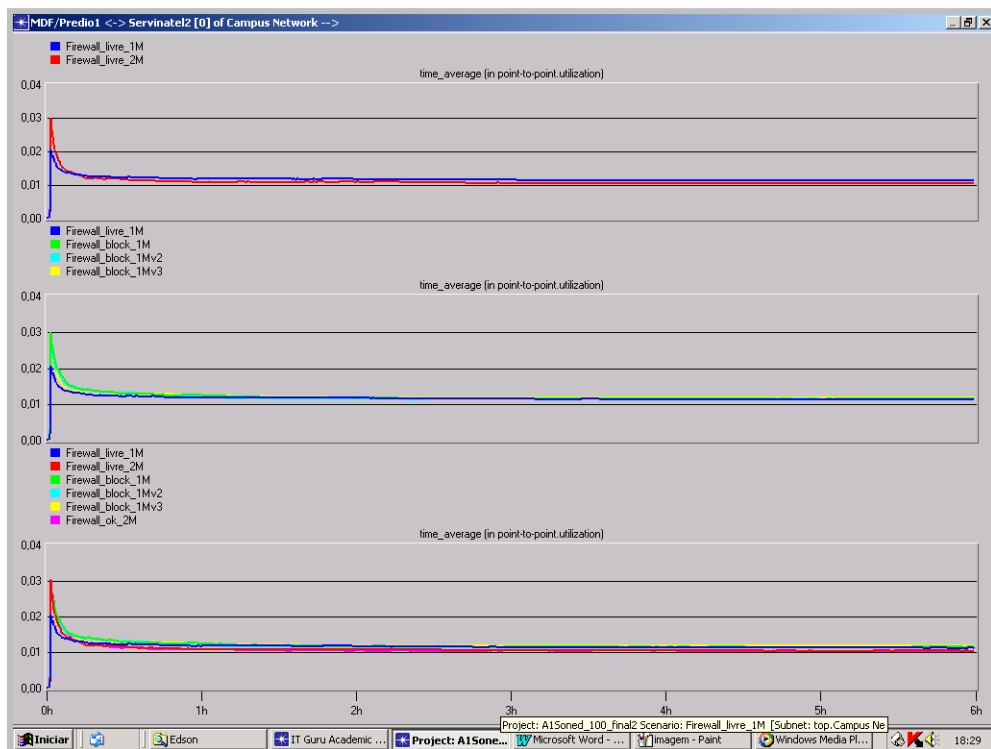


Figura C.27 - MDF/Prédio1→Servinatel2.

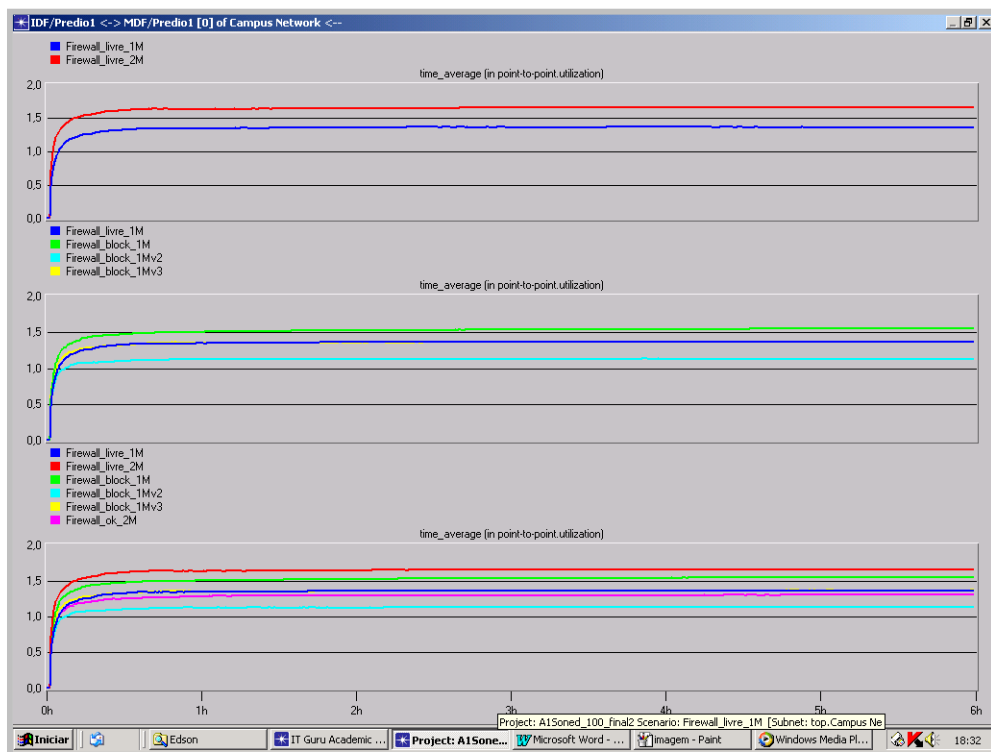


Figura C.28 - IDF/Prédio1←MDF/Prédio1.

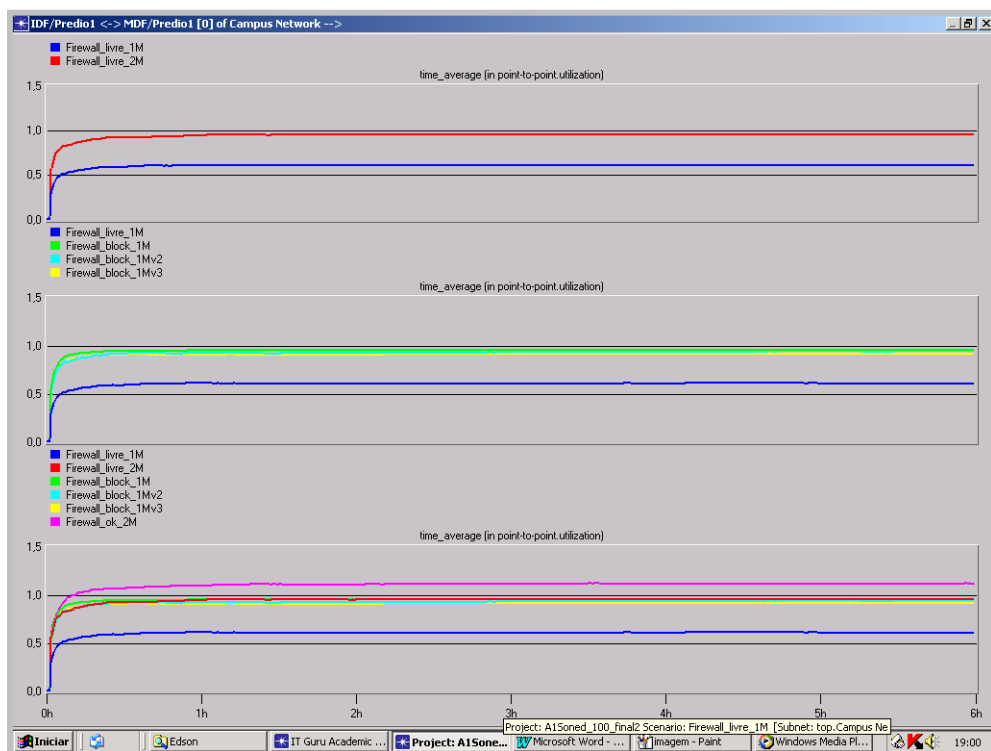


Figura C.29 - IDF/Prédio1→MDF/Prédio1.

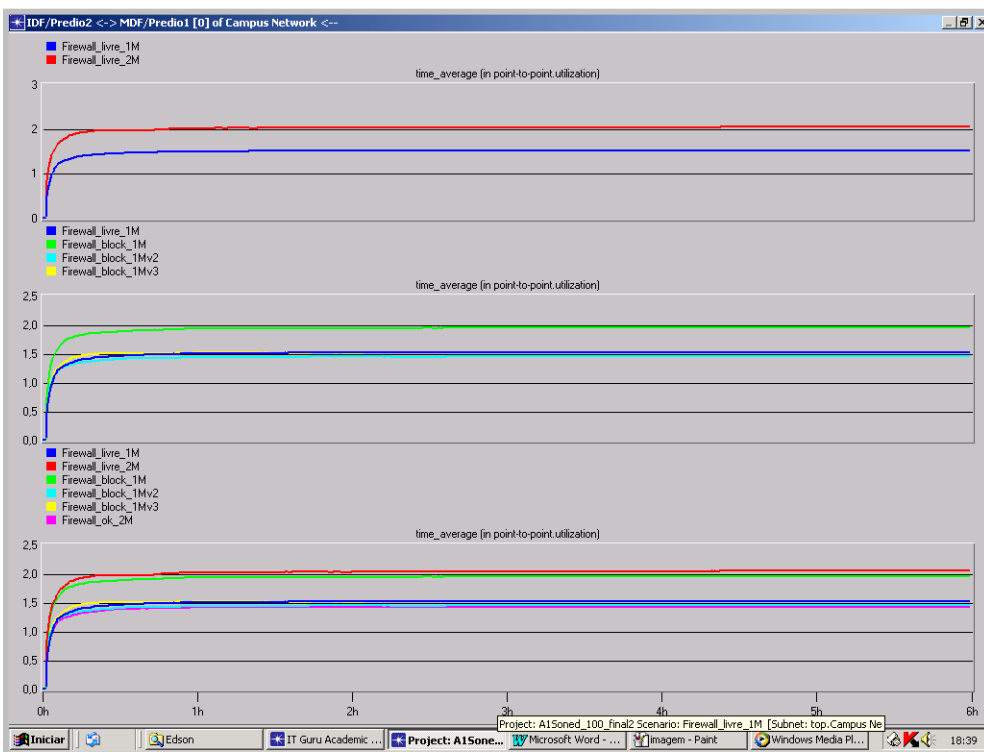


Figura C.30 - IDF/Prédio2←MDF/Prédio1.

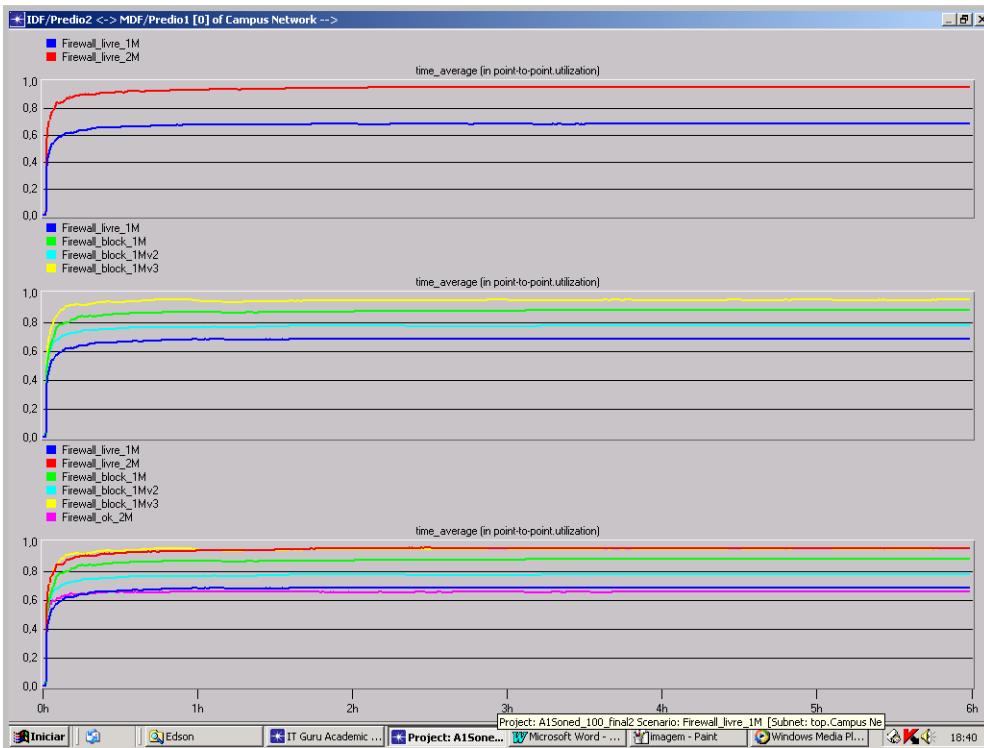


Figura C.31 - IDF/Prédio2→MDF/Prédio1.

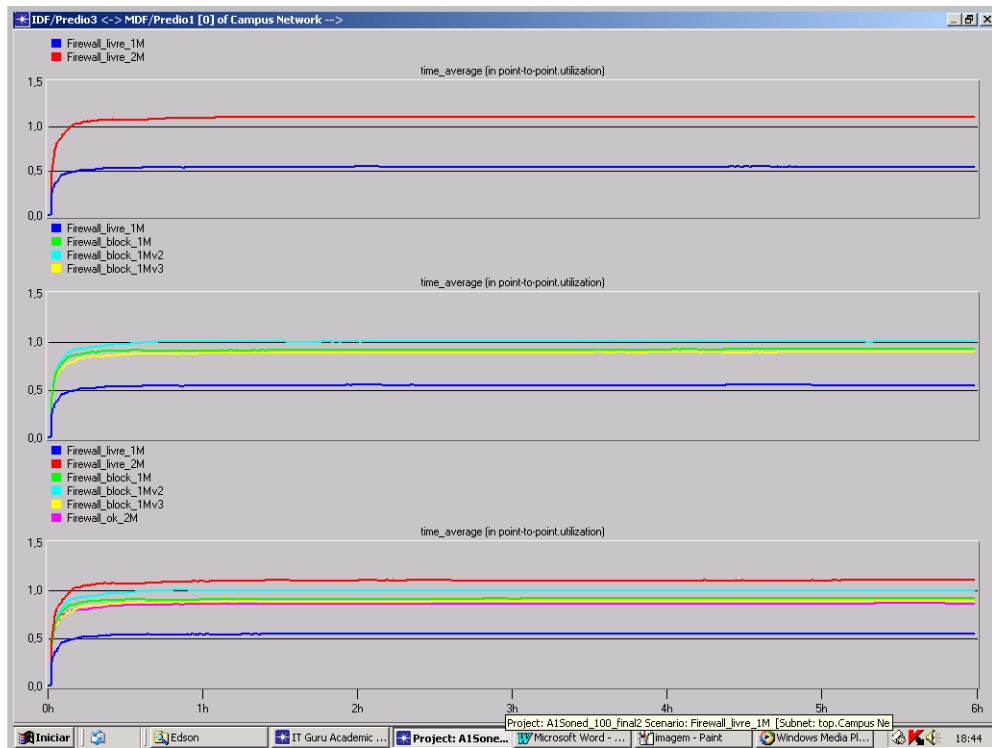


Figura C.32 - IDF/Prédio3→MDF/Prédio1.

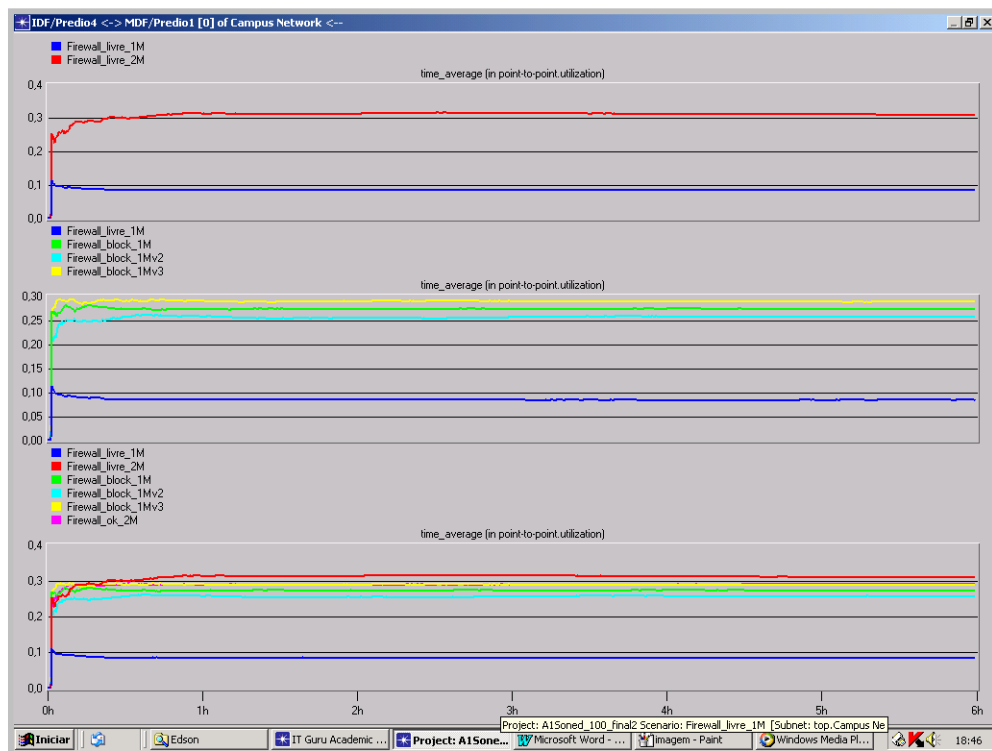


Figura C.33 - IDF/Prédio3←MDF/Prédio1.

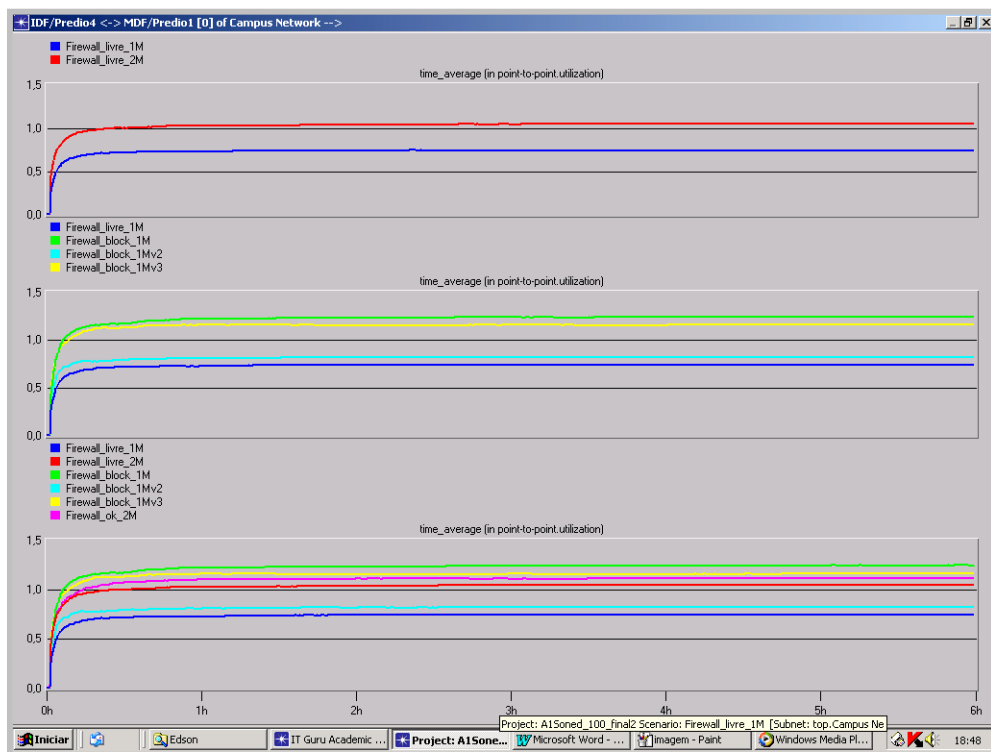


Figura C.34 - IDF/Prédio4→MDF/Prédio1.

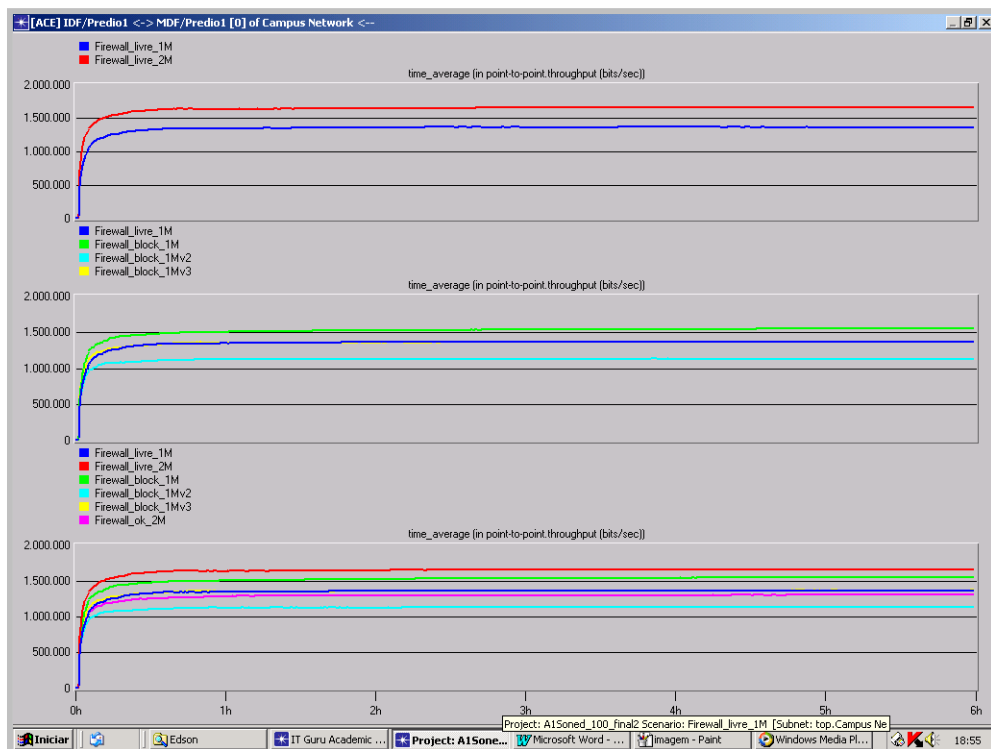


Figura C.35 - IDF/Prédio4←MDF/Prédio1.

C.2.2 Resultados: *Throughput*

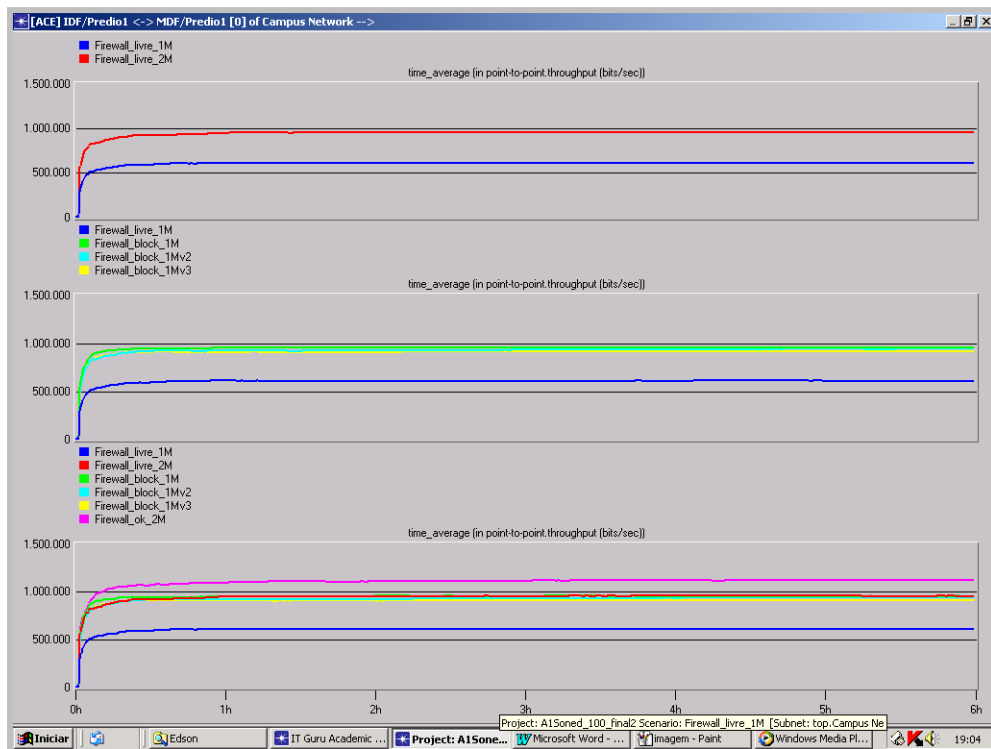


Figura C.36 - IDF/Prédio1→MDF/Prédio1.

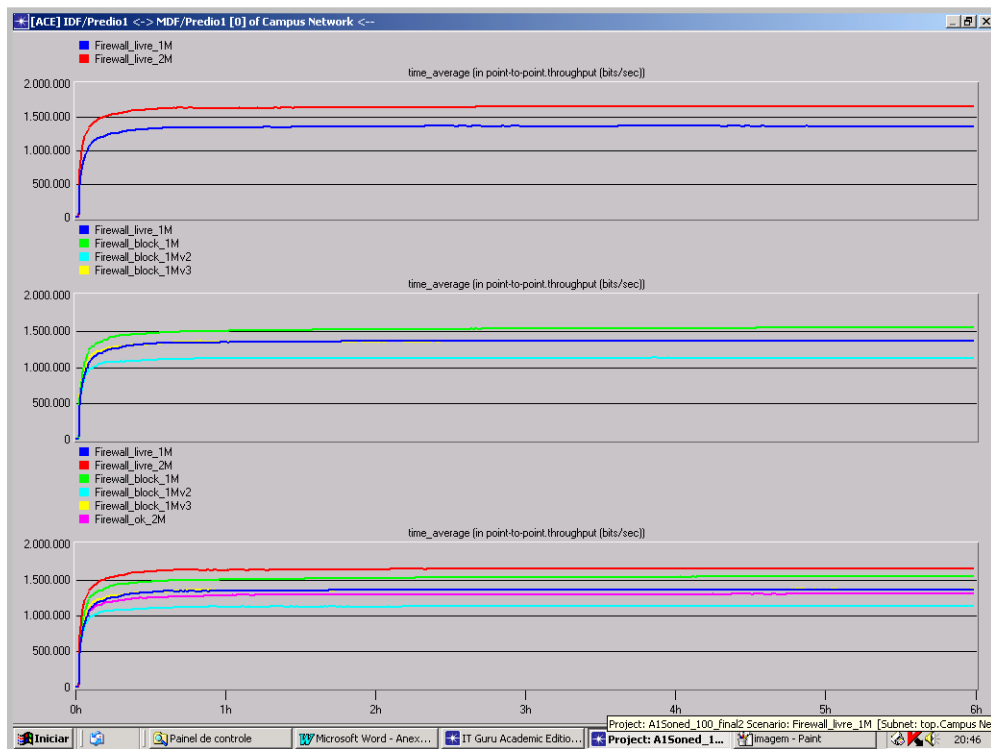


Figura C.37 - IDF/Prédio1←MDF/Prédio1.

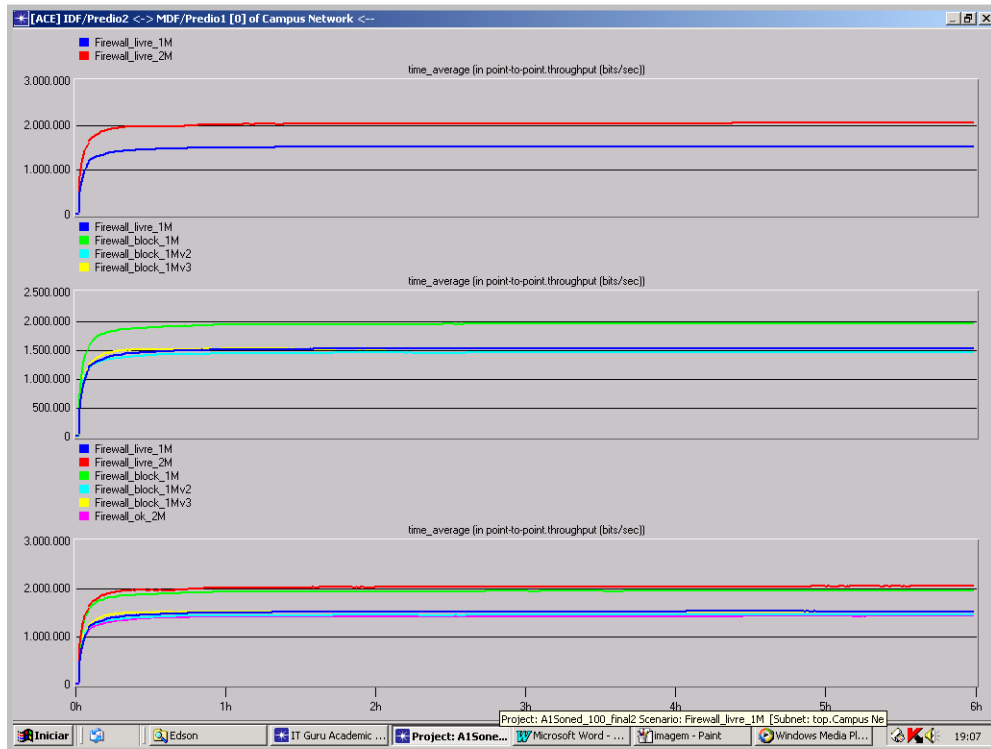


Figura C.38 - IDF/Prédio2←MDF/Prédio1.

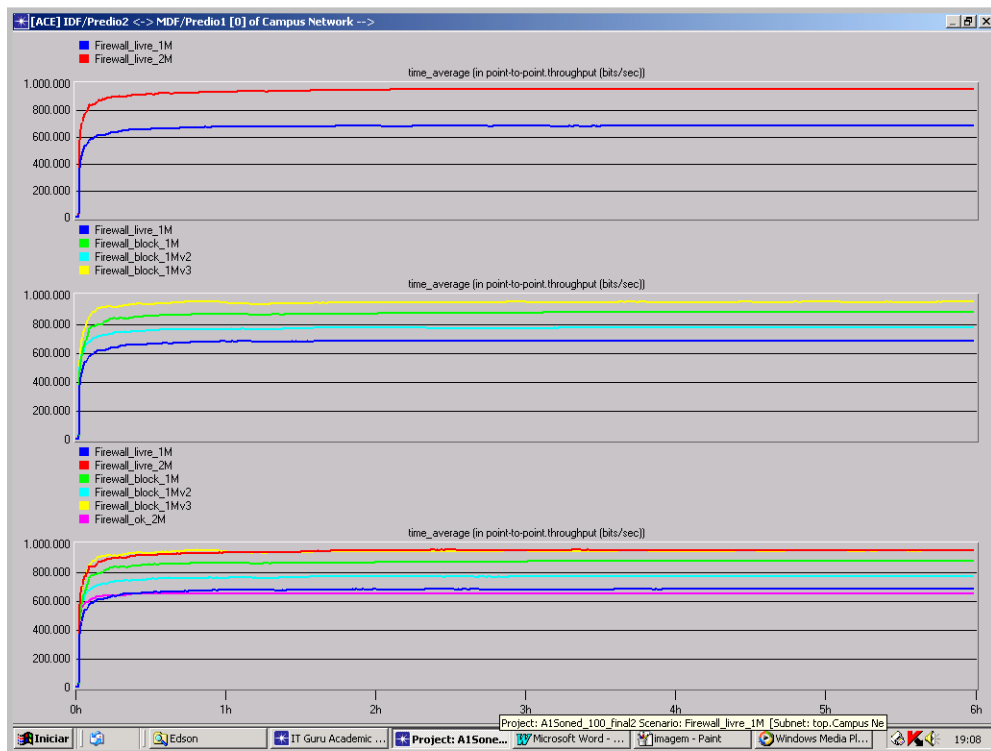


Figura C.39 - IDF/Prédio2→MDF/Prédio1.

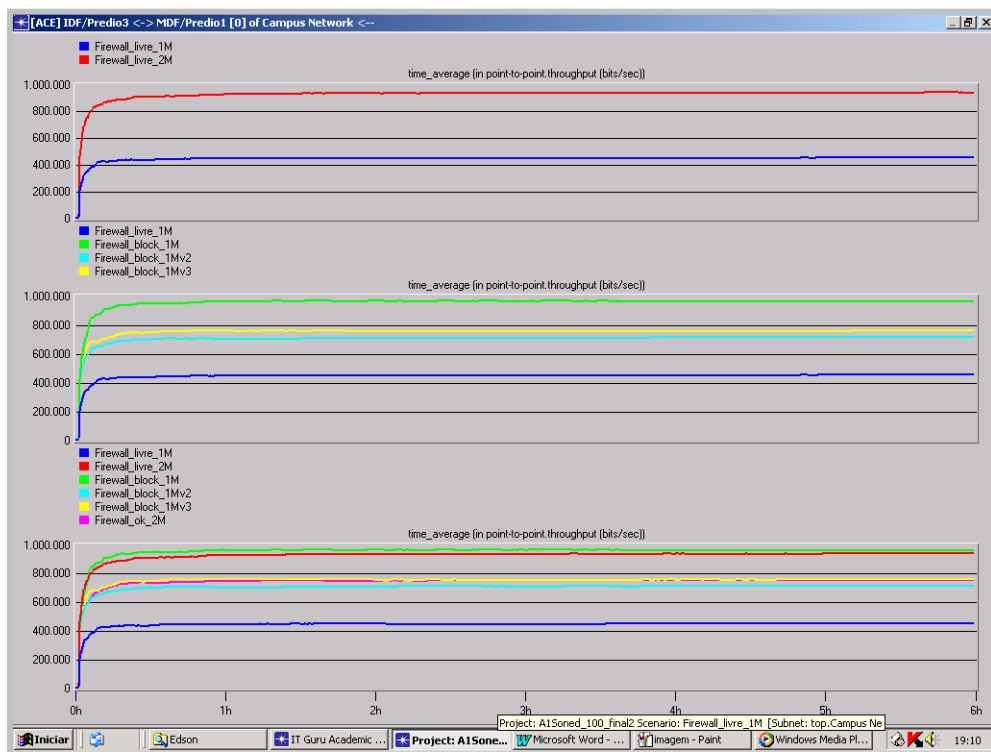


Figura C.40 - IDF/Prédio3←MDF/Prédio1.

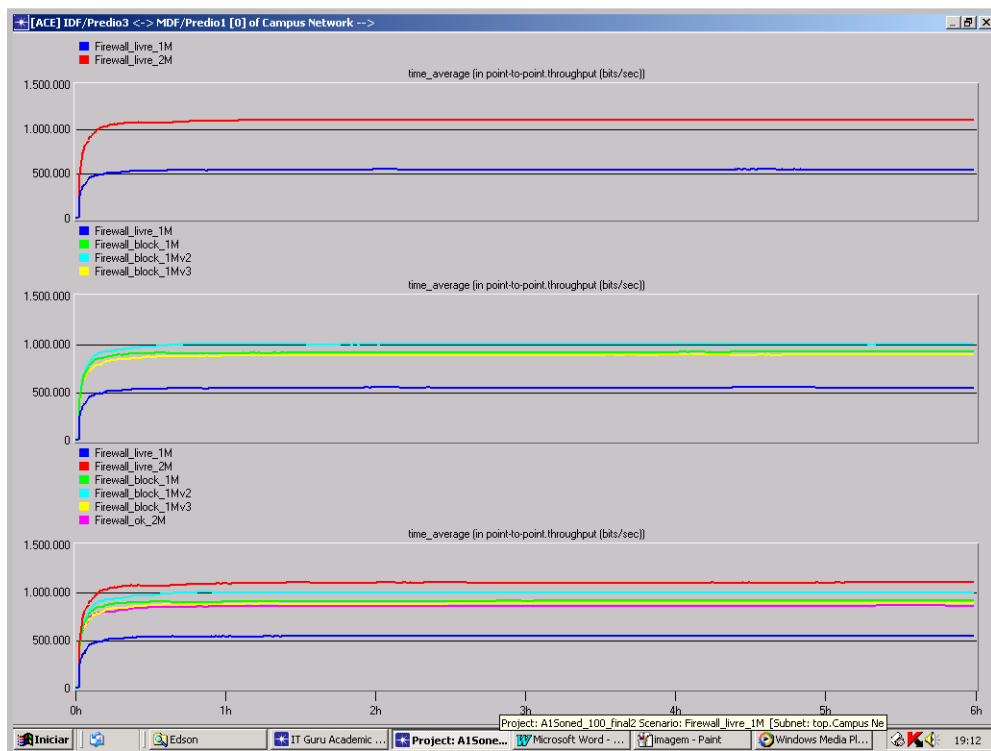


Figura C.41 - IDF/Prédio3→MDF/Prédio1.

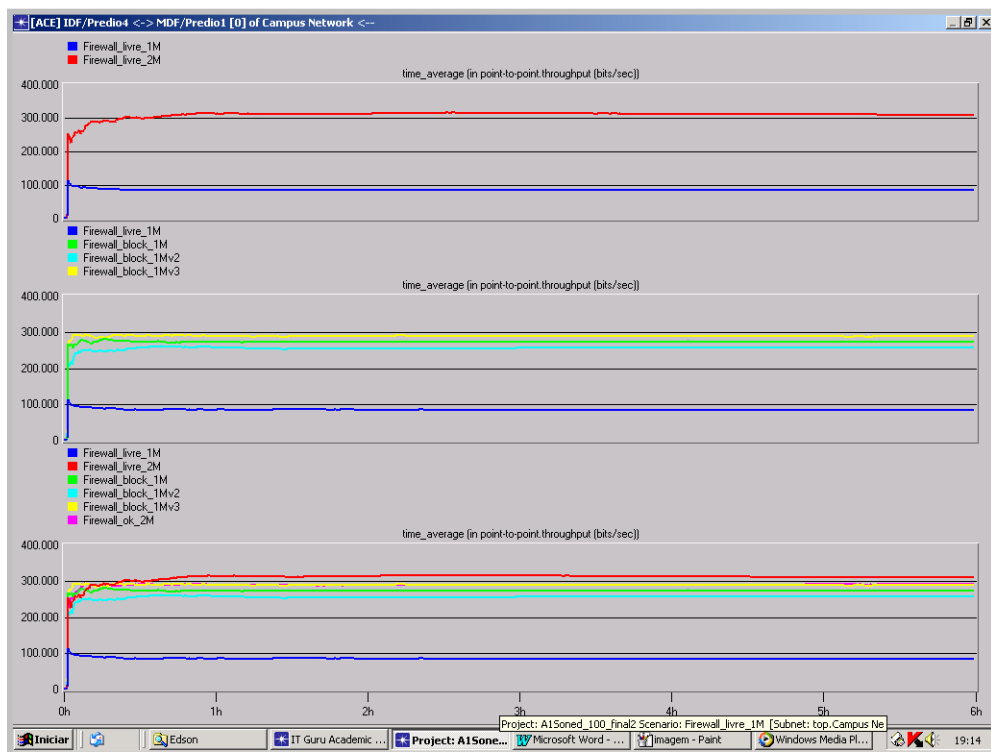


Figura C.42 - IDF/Prédio4←MDF/Prédio1.

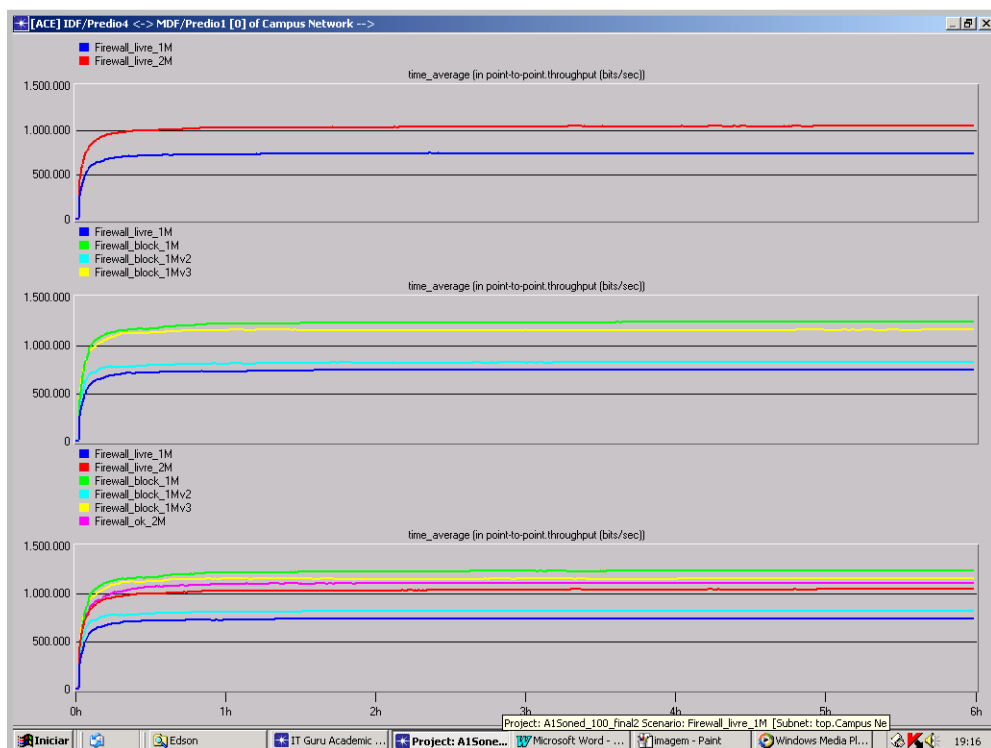


Figura C.43 - IDF/Prédio4→MDF/Prédio1.

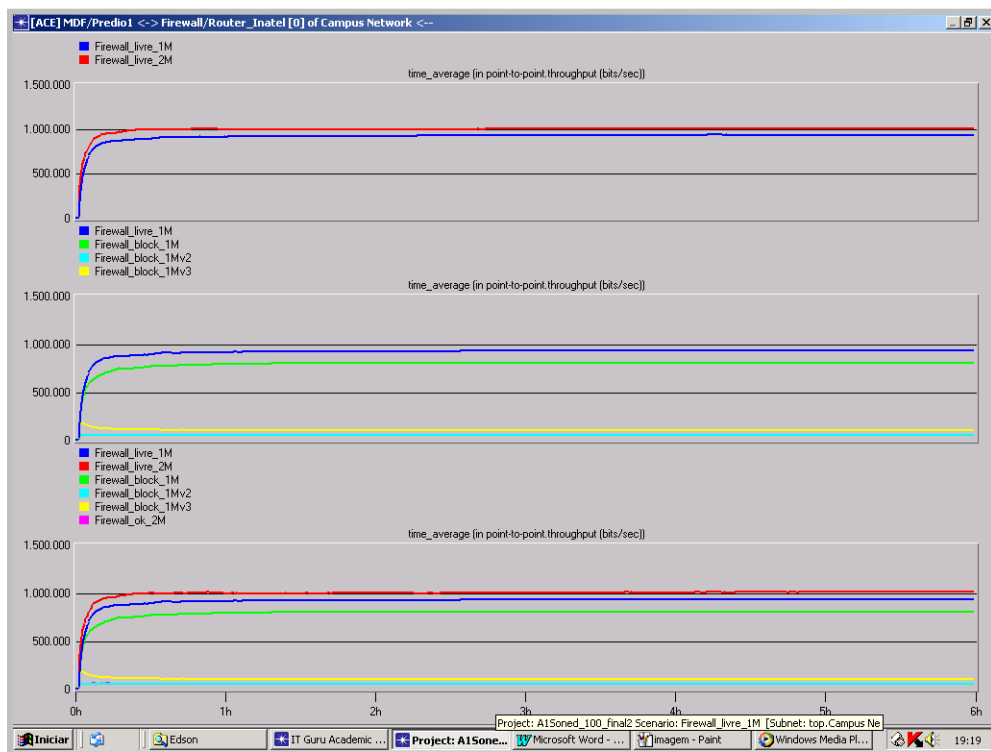


Figura C.44 - MDF/Prédio1←Firewall/Router_INATEL.

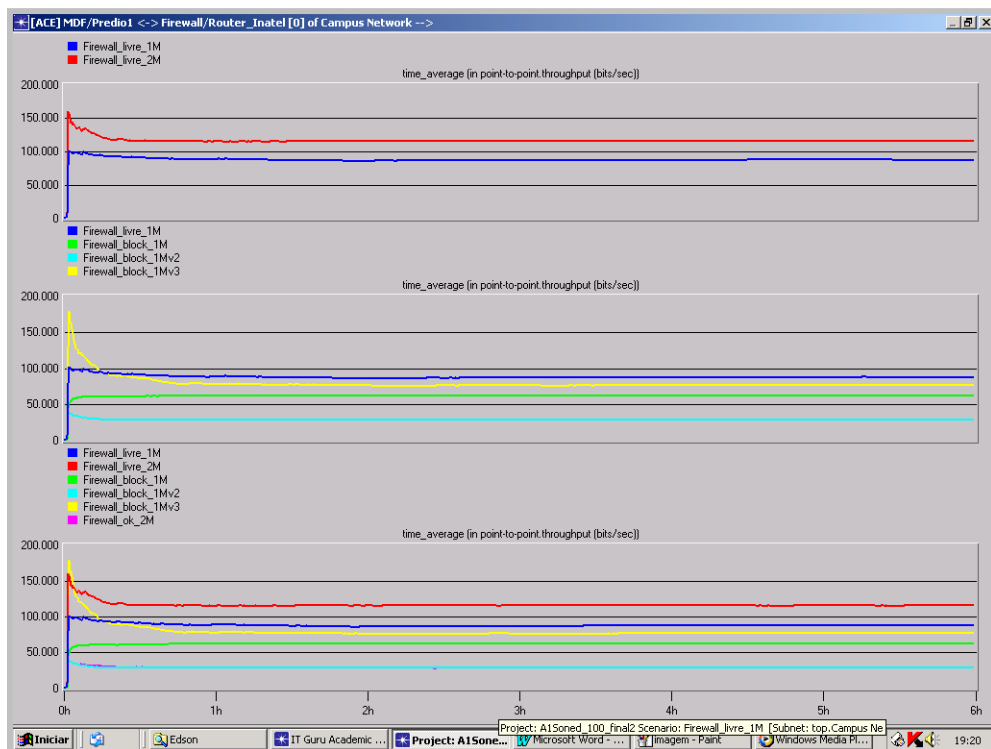


Figura C.45 - MDF/Prédio1→Firewall/Router_INATEL.

C.2.3 Resultados: Tempos Médios dos Servidores

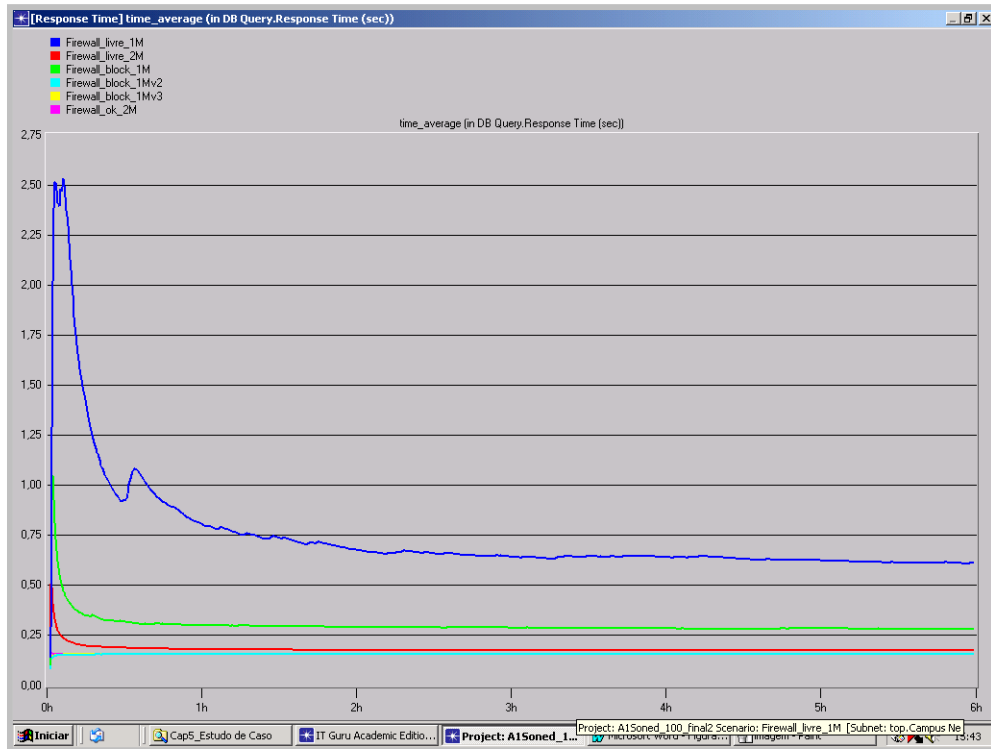


Figura C.46 - Tempo de resposta - Servidor Database Server.

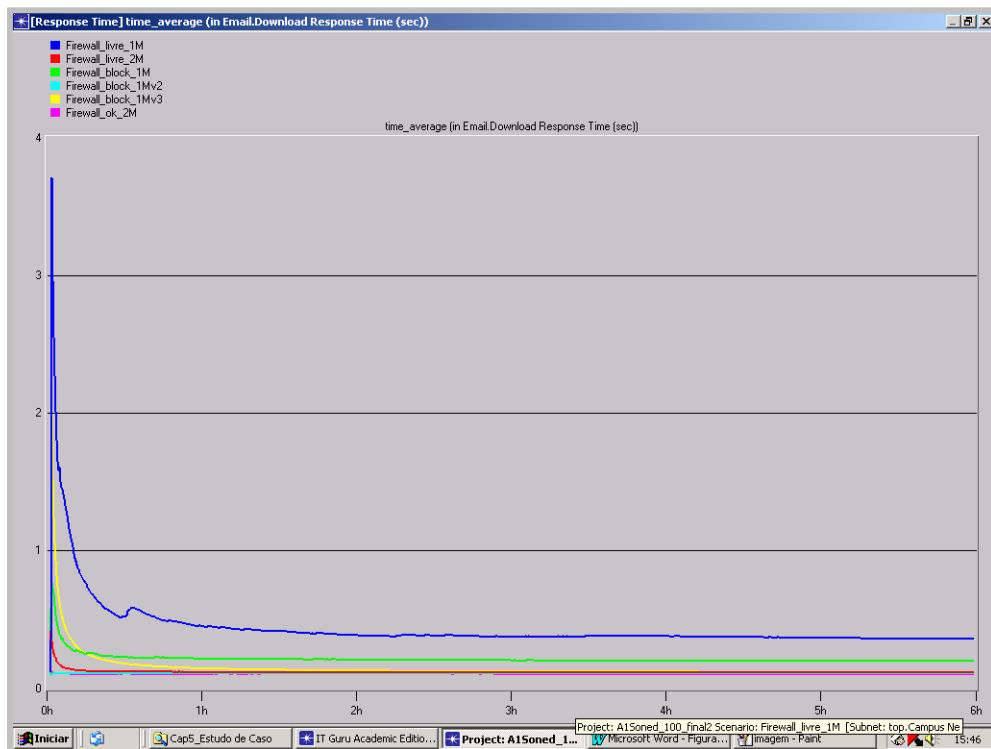


Figura C.47 - Tempo de resposta: Download - Servidor Email.

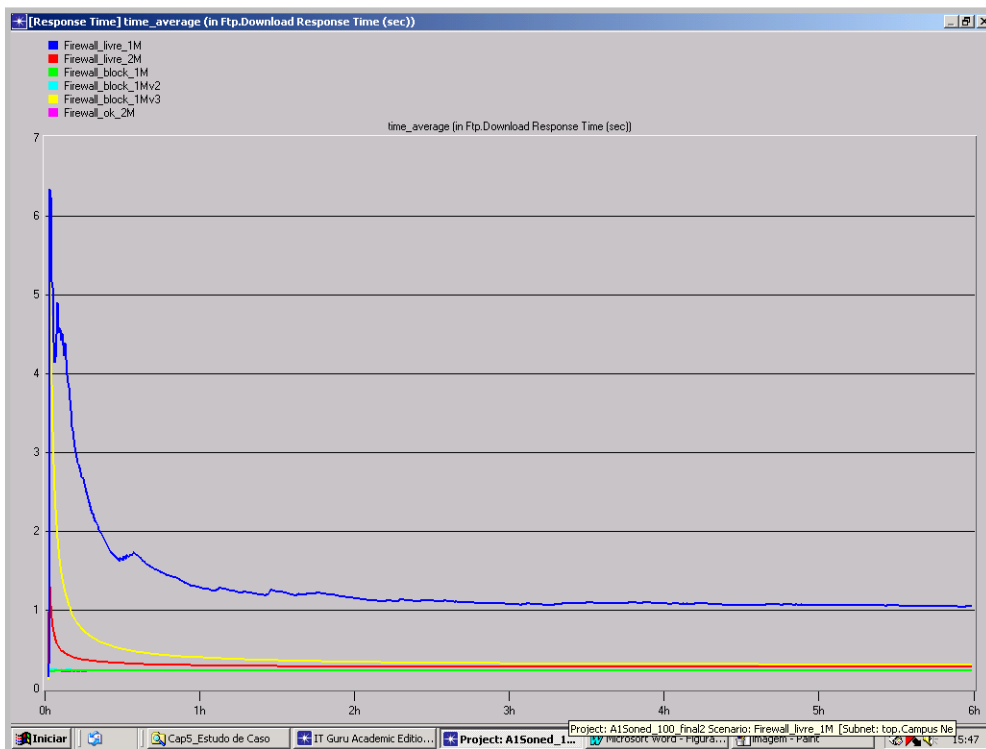


Figura C.48 - Tempo de resposta: Download - Servidor FTP.

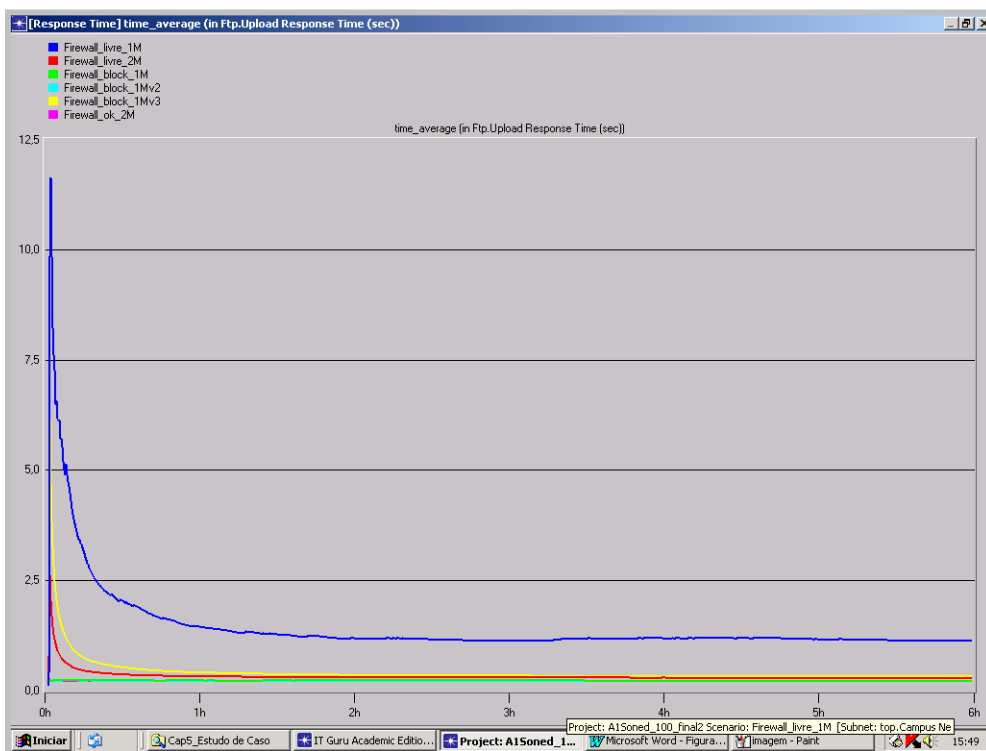


Figura C.49 - Tempo de resposta: Upload - Servidor FTP.

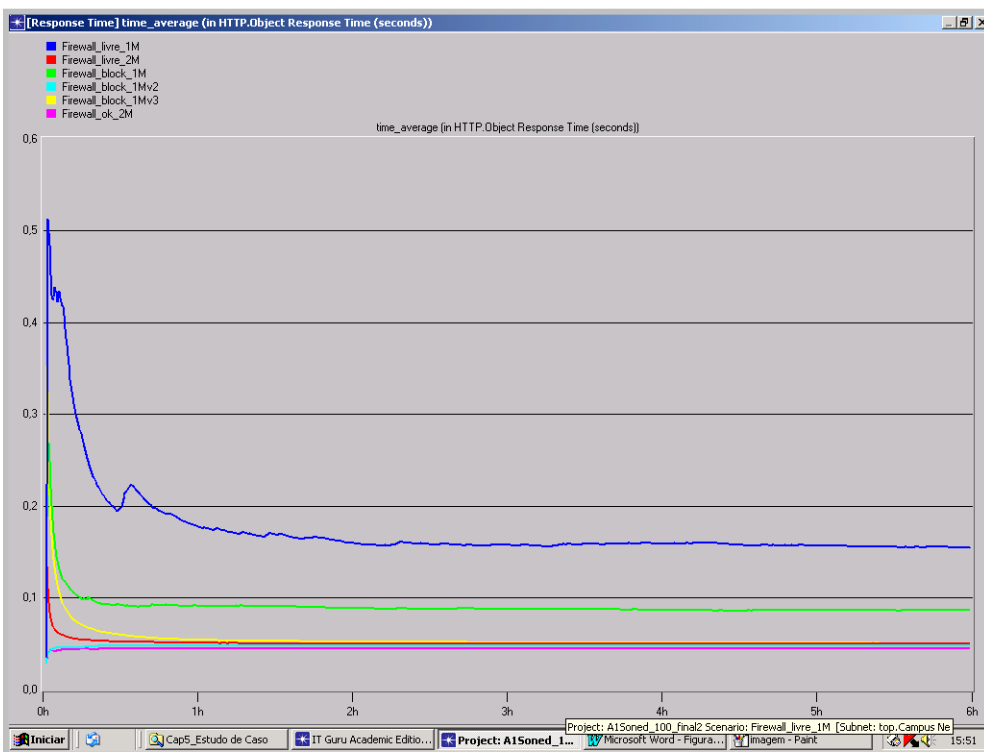


Figura C.50 - Tempo de resposta: Objeto - Servidor HTTP.

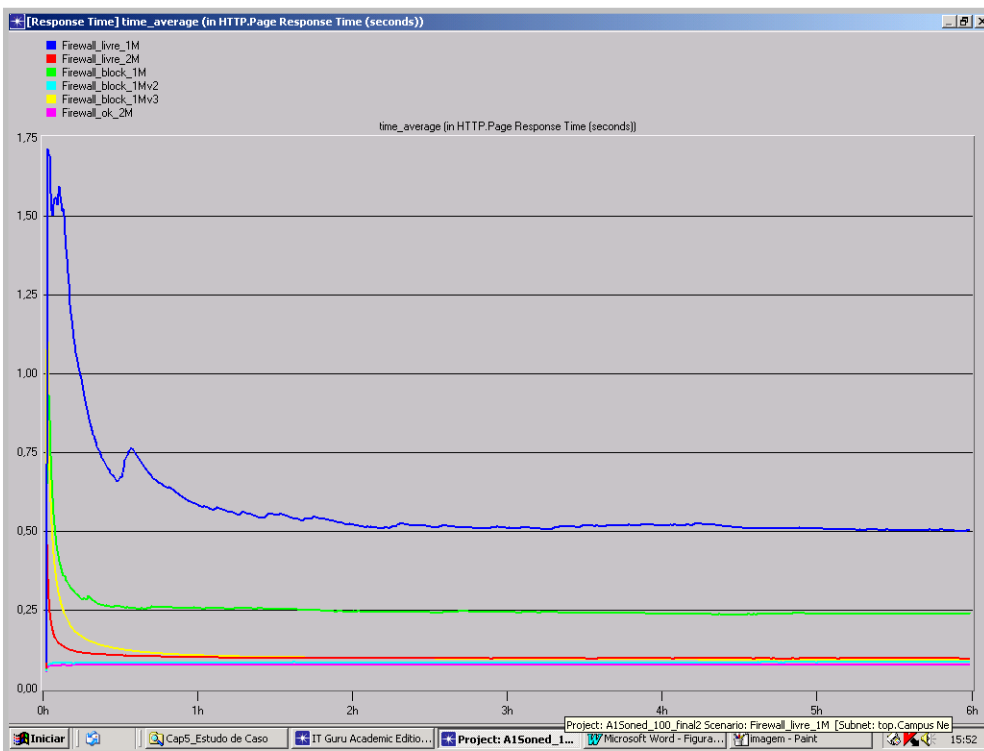


Figura C.51 - Tempo de resposta: Página - Servidor HTTP.