



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
COORDENAÇÃO DOS CURSOS DE
PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA**

MARIA IZABEL CAVALCANTI CABRAL

MODELAGEM DO PROTOCOLO DA CAMADA DE SESSÃO

Tese apresentada ao CURSO DE DOUTORADO EM CIÊNCIAS no domínio da ENGENHARIA ELÉTRICA, vinculado ao Centro de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos necessários à obtenção do Grau de DOUTOR EM CIÊNCIAS

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: PROCESSAMENTO DA INFORMAÇÃO

Jacques Phillippe Sauvé

- Orientador -
UFPB

Jonhnnny W. Wong

- Co-Orientador -
Univ. of Waterloo, Canadá

Campina Grande - PB
Dezembro de 1987



C117m Cabral, Maria Izabel Cavalcanti.
Modelagem do protocolo da camada de sessão / Maria
Izabel Cavalcanti Cabral. - Campina Grande, 1987.
168 f.

Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) - Universidade
Federal da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 1987.
Referências.
"Orientação : Prof. Dr. Jacques Philippe Sauvé, Prof.
Dr. Johnny Wong".

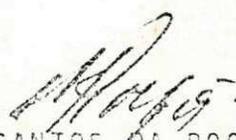
1. Processamento da Informação. 2. Comunicação de Dados.
3. Protocolo - Modelagem. 4. Tese - Engenharia Elétrica. I.
Sauvé, Jacques Phillippe. II. Wong, Johnny. III.
Universidade Federal da Paraíba - Campina Grande (PB). IV.
Título

CDU 004.451.7:004.7(043)

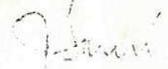
MODELAGEM DO PROTOCOLO DA CAMADA DE SESSÃO

MARIA IZABEL CAVALCANTI CABRAL

TESE APROVADA EM 11.12.87


CRESO SANTOS DA ROCHA, Ph.D., UFPB

Presidente


JACQUES PHILLIPE SAUVÉ, Ph.D., UFPB

Orientador


JOSÉ ANTÃO BELTRÃO MOURA, Ph.D., UFPB

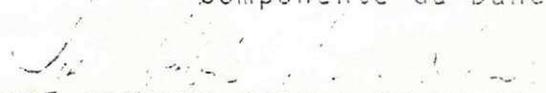
Componente da Banca

MARCOS ANTONIO G. BRASILEIRO, D.Sc., UFPE

Componente da Banca


WANDERLEY LOPES DE SOUSA, Dr.Ing., UFPB

Componente da Banca


JOSÉ ROBERTO BOISSON DE MARCA, Ph.D., PUC-RJ

Componente da Banca

JAMES A. FIELD, Ph.D., UNIV. WATERLOO

Componente da Banca

JOHNNY WONG, Ph.D., UNIV. WATERLOO

Componente da Banca

CAMPINA GRANDE - PB

DEZEMBRO - 1987

Ao exemplo de Sebastião e Otília
e à alegria de André, Arthur e Luana

RESUMO

Há uma diversidade de serviços oferecidos pela camada de sessão que atendem diretamente às aplicações solicitadas pelos usuários. Contudo, pouco se conhece como a escolha desses serviços afeta o desempenho de redes de computadores.

A presente tese inicia estudos em modelagem do protocolo de sessão com duas configurações de serviços: a primeira, representando a configuração mínima de serviços de sessão, considera os serviços transferência de dados normais e gerência de interação com os modos de diálogos duplex e semi-duplex, e a segunda, considera o serviço transferência de dados normais e os serviços gerência de interação e quarentena de dados, com os modos de diálogos duplex e semi-duplex, e as opções local e remota.

A escolha de uma configuração de serviços de sessão depende da aplicação considerada. Esta tese considera como exemplos, as aplicações transferência de arquivos e o serviço telecompras, respectivamente direcionadas à primeira e à segunda configuração de serviços mencionadas.

Apresenta como modelo básico, o modelo de uma conexão de sessão na fase de transferência de dados. Considera modelos combinando os modos de diálogos duplex e semi-duplex e/ou as opções de quarentena de dados local e remota. Para cada um desses modelos, analisa o seu desempenho investigando para a primeira

configuração de serviços referenciada, a participação da medida atraso médio de admissão na medida atraso médio fim-a-fim da conexão de sessão, e para a segunda configuração, a participação das medidas atraso médio de admissão e atraso médio de quarentena na medida atraso médio fim-a-fim da conexão de sessão. Investiga também, os efeitos da participação conjunta dos serviços gerência de interação e quarentena de dados nos modelos relacionados com a segunda configuração de serviços mencionada.

ABSTRACT

There is a diversity of services offered by the session layer which directly attend to applications demanded by the users. However, it is little known how the choice of these services affect the computer network performance.

This thesis initiates session protocol modelling studies with two service configurations: the first, representing the minimum session service configuration, considers the normal data transfer and dialogue management services with duplex and half-duplex dialogue modes, and the second considers the normal data transfer service and the dialogue management and data quarantine services, with duplex and half-duplex dialogue modes, and with the local and remote options.

The choice of a session service configuration depends on the application considered. File transfer and teleshopping applications, respectively directed to the first and second service configurations mentioned, are considered as examples.

The model of a session connection in the data transfer phase is presented as the basic model. We consider models combining duplex and half-duplex dialogue modes with local and remote data quarantine options. For each one of these models, we analyze its performance by investigating for the first referred session service configuration, the contribution of the average admission delay in the average end-to-end delay for the session

connection, and for the second one, the contribution of the average admission delay and the average quarantine delay in the average end-to-end delay for the session connection. We also investigate the effects of the Joint participation of dialogue management service and data quarantine service for the second session connection configuration mentioned above.

AGRADECIMENTOS

Inicialmente quero agradecer ao Dr. Jacques Philippe Sauvé e Dr. Johnny Wong pela orientação, incentivo e dedicação fornecidos durante a elaboração da presente tese. Também àquelas pessoas que participaram diretamente nas discussões e sugestões necessárias à essa elaboração: Dr. José Antão B. Moura, Dr. James Field e Dr. Marcos G. Brasileiro.

Agradeço aos colegas e funcionários do Departamento de Sistemas e Computação e do Pós-Graduação de Engenharia Elétrica, pela solidariedade e incentivos demonstrados.

Agradeço àquelas pessoas de apoio que participaram diretamente ou indiretamente na elaboração da presente tese: Bernardete, Regina, Raquel, Lillian, Graziella, Jacinta, Janeide e Alexandre.

Agradeço ao CIDA - Canadian International Development Agency, especialmente ao Dr. Rudolph Sevlora, pela atenção recebida quando da minha permanência na Universidade de Waterloo.

Várias pessoas merecem meu especial agradecimento: Jacques, Antão e Sevlora, pelo incentivo e crédito na minha iniciação no doutoramento, Wong pela atenção, Gentil e Homero pelo apoio.

Finalmente, quero agradecer a Lula Cabral, pelo estímulo e companherismo demonstrados que muito contribuíram para o êxito deste trabalho.

SUMARIO

CAPITULO 1

INTRODUÇÃO	1
1.1 - A Camada de Sessão	5
1.2 - Motivação e Objetivos	9
1.3 - Organização da Tese	14

CAPITULO 2

MODELAGEM DO PROTOCOLO DE SESSÃO	16
2.1 - O Modelo Geral de uma Conexão de Sessão	17
2.1.1 - Modelos das Fontes	20
2.1.2 - Modelo da Conexão de Transporte	21
2.1.3 - Modelos dos Serviços	22
2.2 - Medidas de Desempenho	23

CAPITULO 3

MODELAGEM DE UMA CONEXÃO DE SESSÃO COM O SERVIÇO	
GERENCIA DE INTERAÇÃO	26
3.1 - Diálogo Duplex	27
3.2 - Diálogo Semi-Duplex	28
3.3 - Modelo Duplex	31
3.3.1 - Descrição	33
3.3.2 - Solução	34

3.3.3 - Exemplo Numérico	35
3.4 - Modelo Semi-Duplex com Geração Assíncrona de UDSSs	37
3.4.1 - Descrição	37
3.4.2 - Solução	39
3.4.3 - Exemplo Numérico	42
3.5 - Modelo Semi-Duplex com Geração Assíncrona e Síncrona de UDSSs	46
3.5.1 - Descrição	46
3.5.2 - Solução	49
3.5.3 - Exemplo Numérico	51
3.6 - Considerações Gerais	56

CAPITULO 4

MODELAGEM DO SERVIÇO QUARENTENA DE DADOS	59
4.1 - O Serviço Quarentena de Dados	60
4.2 - Modelo de uma Conexão de Sessão com o Serviço Quarentena de Dados	61
4.3 - Modelo Quarentena Local Duplex	63
4.3.1 - Descrição	63
4.3.2 - Solução	66
4.3.3 - Exemplo Numérico	68
4.4 - Modelo Quarentena Remota Duplex	74
4.4.1 - Descrição	74
4.4.2 - Solução	75
4.4.3 - Exemplo Numérico	77
4.5 - Modelo Quarentena Local Semi-Duplex	82
4.5.1 - Descrição	82

4.5.2 - Solução	84
4.5.3 - Exemplo Numérico	86
4.6 - Modelo Quarentena Remota Semi-Duplex	96
4.6.1 - Descrição	96
4.6.2 - Solução	98
4.6.3 - Exemplo Numérico	101
4.7 - Considerações Gerais	107

CAPITULO 5

MODELAGEM DO SERVIÇO QUARENTENA DE DADOS LOCAL COM UMA ALTERNATIVA DE FONTE ASSÍNCRONA	111
5.1 - Fontes Assíncronas Dependentes de Estado	112
5.2 - Modelo Quarentena Local Duplex com Fonte Assíncrona Dependente de Estado.	113
5.2.1 - Descrição	113
5.2.2 - Solução	115
5.2.3 - Exemplo Numérico	116
5.3 - Modelo Quarentena Local Semi-Duplex com Fonte Assíncrona Dependente de Estado.	123
5.3.1 - Descrição	123
5.3.2 - Solução	125
5.3.3 - Exemplo Numérico	125
5.4 - Considerações Gerais	132

CAPITULO 6

CONCLUSÕES E SUGESTÕES DE CONTINUIDADE DA TESE	134
--	-----

6.1 - Conclusões	134
6.2 - Sugestões de Continuidade da Tese	140
APENDICE A	
ABREVIATURAS E NOTAÇÃO	142
A.1 - Abreviaturas	142
A.2 - Notação	143
APENDICE B	
VALIDAÇÃO PARCIAL DO MODELO QUARENTENA LOCAL DUPLEX	145
B.1 - Teorema	146
APENDICE C	
DIAGRAMAS DE ESTADOS	148
C.1 - Modelo Semi-Duplex com Geração Assíncrona de UDSSs	148
C.2 - Modelo Semi-Duplex com Geração Assíncrona e Síncrona de UDSSs	153
C.3 - Modelo Quarentena Local Duplex	154
C.4 - Modelo Quarentena Remota Duplex	155
C.5 - Modelo Quarentena Local Semi-Duplex	156
C.6 - Modelo Quarentena Remota Semi-Duplex	161

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 -	Arquitetura RM/OSI	2
Figura 1.2 -	Unidades de Dados Relacionadas com a Camada de Sessão	8
Figura 2.1 -	Modelo Geral da Conexão de Sessão	19
Figura 3.1 -	Troca de UDSSs com Diálogo Duplex	31
Figura 3.2 -	Troca de UDSSs com Diálogo Semi-Duplex	32
Figura 3.3 -	Modelo Duplex	34
Figura 3.4 -	Vazão Média vs Taxa Média de Chegada para o Modelo Duplex	36
Figura 3.5 -	Modelo Semi-Duplex com Geração Assíncrona de UDSSs	38
Figura 3.6 -	Vazão Média para o Modelo Semi-Duplex com Geração Assíncrona de UDSSs	44
Figura 3.7 -	Atraso Médio de Admissão e Atraso Médio Fim-A-Fim vs Taxa Média de Chegada para o Modelo Semi-Duplex com Geração Assíncrona de UDSSs	45
Figura 3.8 -	Modelo Semi-Duplex com Geração Assíncrona e Síncrona de UDSSs	48

Figura 3.9	-	Atraso Médio de Admissão e Atraso Médio Fim-A-Fim vs Taxa Média de Chegada para o Modelo Semi-Duplex com Geração Assíncrona e Síncrona de UDSSs	53
Figura 3.10	-	Vazão Média vs Taxa Média de Chegada para o Modelo Semi-Duplex com Geração Assíncrona e Síncrona de UDSSs	54
Figura 3.11	-	Participação do Atraso Médio de Admissão no Atraso Médio Fim-A-Fim para o Modelo Semi-Duplex com Geração Assíncrona e Síncrona de UDSSs	55
Figura 4.1	-	Modelo Quarentena Local Duplex	66
Figura 4.2	-	Vazão Média vs Taxa Média de Chegada de UDSSs para o Modelo Quarentena Local Duplex	70
Figura 4.3	-	Atraso Médio de Admissão e Atraso Médio de Quarentena vs Taxa Média de Chegada para o Modelo Quarentena Local Duplex	71
Figura 4.4	-	Atraso Médio Fim-A-Fim vs Taxa Média de Chegada para o Modelo Quarentena Local Duplex	72
Figura 4.5	-	Participação Conjunta das Medidas Atraso Médio de Admissão e Atraso Médio de Quarentena na Medida atraso Médio	

	Fim-A-Fim	73
Figura 4.6	- Modelo Quarentena Remota Duplex	75
Figura 4.7	- Atraso Médio de Quarentena vs Taxa Média de Chegada para o Modelo Quarentena Remota Duplex	79
Figura 4.8	- Atraso Médio Fim-A-Fim vs Taxa Média de Chegada para o Modelo Quarentena Remota Duplex	80
Figura 4.9	- Participação da Medida Atraso Médio de Quarentena na Medida atraso Médio Fim-A-Fim para o Modelo Quarentena Remota Duplex	81
Figura 4.10	- Modelo Quarentena Local Semi-Duplex	83
Figura 4.11	- Vazan Média vs Taxa Média de Chegada de UDSSs para o Modelo Quarentena Local Semi-Duplex	92
Figura 4.12	- Atraso Médio de Admissão e Atraso Médio de Quarentena vs Taxa Média de Chegada para o Modelo Quarentena Local Semi-Duplex	93
Figura 4.13	- Atraso Médio Fim-A-Fim vs Taxa Média de Chegada para o Modelo Quarentena Local Semi-Duplex	94

Figura 4.14 - Participação Conjunta das Medidas Atraso Médio de Admissão e Atraso Médio de Quarentena na Medida atraso Médio Fim-A-Fim para o Modelo Quarentena Local Semi-Duplex	95
Figura 4.15 - Modelo Quarentena Remota Semi-Duplex	97
Figura 4.16 - Atraso Médio de Quarentena vs Taxa Média de Chegada para o Modelo Quarentena Remota Semi-Duplex	104
Figura 4.17 - Atraso Médio de Admissão e Atraso Médio Fim-A-Fim vs Taxa Média de Chegada para o Modelo Quarentena Remota Semi-Duplex	105
Figura 4.18 - Participação da Medida Atraso Médio de Quarentena na Medida Atraso Médio Fim-A-Fim para o Modelo Quarentena Remota Semi-Duplex	106
Figura 5.1 - Modelo Quarentena Local Duplex com Fonte Assíncrona Dependente de Estado	115
Figura 5.2 - Vazão Média vs Taxa Média de Chegada de UDSSs para o Modelo Quarentena Local Duplex com Fonte Assíncrona Dependente de Estado	119
Figura 5.3 - Atraso Médio de Admissão e Atraso Médio	

	de Quarentena vs Taxa Média de Chegada para o Modelo Quarentena Local Duplex com Fonte Assíncrona Dependente de Estado	120
Figura 5.4	- Atraso Médio Fim-A-Fim vs Taxa Média de Chegada para o Modelo Quarentena Local Duplex com Fonte Assíncrona Dependente de Estado	121
Figura 5.5	- Participação Conjunta das Medidas Atraso Médio de Admissão e Atraso Médio de Quarentena na Medida Atraso Médio Fim-A-Fim com Fonte Assíncrona Dependente de Estado	122
Figura 5.6	- Modelo Quarentena Local Semi-Duplex com Fonte Assíncrona Dependente de Estado	124
Figura 5.7	- Vazão Média vs Taxa Média de Chegada de UDSSs para o Modelo Quarentena Local Semi-Duplex com Fonte Assíncrona Dependente de Estado	128
Figura 5.8	- Atraso Médio de Admissão e Atraso Médio de Quarentena vs Taxa Média de Chegada para o Modelo Quarentena Local Semi-Duplex com Fonte Assíncrona Dependente de Estado	129
Figura 5.9	- Atraso Médio Fim-A-Fim vs Taxa Média de	

Chegada para o Modelo Quarentena Local
Semi-Duplex com Fonte Assíncrona
Dependente de Estado 130

Figura 5.10 - Participação Conjunta das Medidas
Atraso Médio de Admissão e Atraso Médio
de Quarentena na Medida atraso Médio
Fim-A-Fim para o Modelo Quarentena
Local Semi-Duplex com Fonte Assíncrona
Dependente de Estado 131

LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1 - Atraso Médio Fim-A-Fim vs Taxa Média de Chegada de UDSSs para o Modelo Quarentena Local Semi-Duplex	91
--	----

CAPITULO 1

INTRODUCAO

Uma rede de computadores pode ser dividida em dois componentes distintos: a sub-rede de comunicação, que consiste de processadores e de canais de comunicação, responsáveis pelo encaminhamento de mensagens desde os processadores de comunicação de origem, até aqueles de destino; e, a rede de recursos de usuários que consiste do conjunto de terminais e recursos computacionais que se comunicam entre si através da sub-rede de comunicação.

Dois requisitos básicos devem ser oferecidos por uma rede de computadores: o primeiro requisito, envolvendo a sub-rede de comunicação, deve garantir que os dados dos usuários sejam entregues aos seus destinos livres de erros e em um tempo satisfatório; o segundo requisito, envolvendo a rede de recursos de usuários, deve assegurar que dados que chegam aos usuários de destino sejam reconhecidos de forma adequada e correta. A solução adotada é a utilização de uma arquitetura de redes apresentando protocolos de comunicação que satisfaçam esses requisitos.

O modelo de Referência para a Interconexão de Sistemas

Abertos (RM/OSI) da International Standards Organization (ISO) [1], define 7 camadas de protocolos. A figura 1.1 apresenta a arquitetura RM/OSI, onde os protocolos das camadas 1, 2 e 3 (física, enlace de dados e rede, respectivamente) governam a subrede de comunicação, e os protocolos das camadas 4, 5, 6 e 7 (transporte, sessão, apresentação e aplicação, respectivamente), também chamados protocolos de alto nível, governam a rede de recursos de usuários. Os protocolos das camadas 1 a 3 atendem ao primeiro requisito solicitado a uma rede de computadores, e os protocolos de alto nível, atendem ao segundo requisito referenciado.

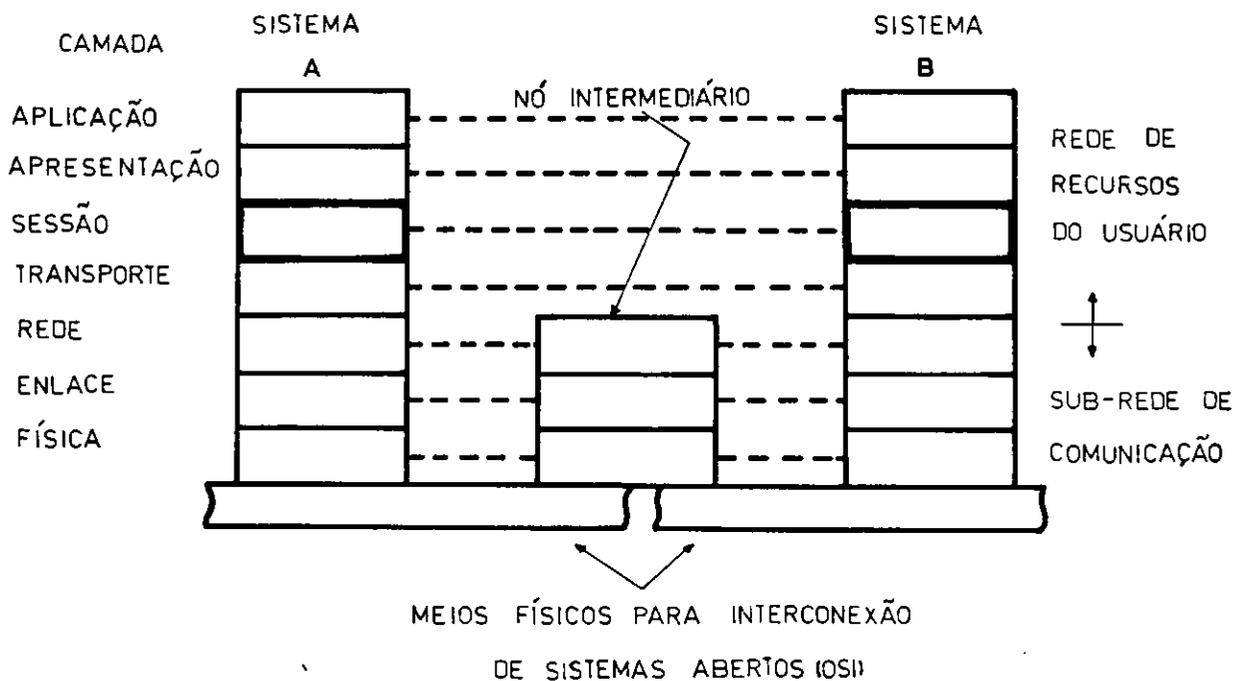


Figura 1.1 - Arquitetura RM/OSI

Com o aumento da complexidade e sofisticação de sistemas de comunicação de dados, aumenta também a gama de serviços oferecidos aos usuários finais das redes de computadores. Esses serviços, voltados a atender e a facilitar de forma mais abrangente a utilização da rede de computadores, podem no entanto causar impacto no desempenho dessas redes.

Modelagem e avaliação de desempenho de redes de computadores assumem um lugar cada vez mais importante nos projetos dessas redes. As seguintes medidas são consideradas básicas a esses projetos: atraso médio fim-a-fim de mensagens enviadas entre usuários de uma rede de computadores, vazão média dessas mensagens e probabilidade de bloqueio de uma mensagem à rede (ou a um processador de comunicação) [2]. As soluções utilizadas para a obtenção de medidas de desempenho se baseiam em técnicas exatas, geralmente usando teoria das filas, e em técnicas aproximadas, através de simulação digital ou análise numérica aproximada.

Na avaliação de desempenho de uma rede de computadores, um dos cenários mais usados é a avaliação de desempenho de protocolos de comunicação [3]. Estudos em modelagem e avaliação de desempenho de protocolos de comunicação, basicamente consistem em identificar e modelar os serviços oferecidos e mecanismos empregados por esses protocolos, que afetam significativamente o desempenho de redes de computadores.

Contribuições relevantes existem em modelagem e avaliação de desempenho de protocolos que governam a sub-rede de comunicação,

no que se refere principalmente às funções de roteamento [4], controle de congestionamento e de fluxo [5,6], e gerenciamento de "buffers" [7].

Modelagem de protocolos de alto nível tem se direcionado essencialmente às camadas de transporte e de aplicação. Modelagem da camada de transporte concentra-se na função controle de fluxo com mecanismo de janela deslizante. Um dos modelos básicos aplicado à camada de transporte, proposto em [4], considera o caso de sistemas de perdas, isto é, Unidades de Dados do Serviço de Transporte (UDSTs) que chegam à camada de transporte e não encontram permissões para serem transmitidas (janela fechada), são perdidas. Um segundo modelo básico, proposto em [8], considera o atraso de admissão numa única Conexão de Transporte (CT), isto é, UDSTs que chegam à camada de transporte e não encontram permissões para serem enviadas, ficam bloqueadas nesta camada até a chegada dessas permissões. [9] e [10] apresentam extensões desse modelo envolvendo múltiplas conexões de transporte. Modelagem das camadas de sessão e de apresentação são incipientes, correspondendo a lacunas a serem preenchidas no contexto de modelagem de protocolos de alto nível. Modelagem da camada de aplicação direciona-se principalmente às aplicações processamento de transação e transferência de arquivos [11-13].

O interesse desta tese é modelar e avaliar o desempenho do protocolo de sessão, a fim de investigar a participação da camada de sessão no desempenho de uma rede de computadores.

1.1 A CAMADA DE SESSÃO

A camada de sessão fornece os meios necessários para que dois Usuários do Serviço de Sessão (Usuários SS), organizem e sincronizem a sua troca de dados [14]. No modelo RM/OSI, usuários SS correspondem às entidades de apresentação pares que solicitam serviços à camada de sessão. Essa camada, por sua vez, pode utilizar os serviços da camada de transporte para atender a esses usuários.

Conforme [15], usuários SS solicitam os serviços da camada de sessão através de Unidades de Dados do Serviço de Sessão (UDSSs) que são passados entre esses usuários e as entidades de sessão. O protocolo da camada de sessão consiste de enviar e receber Unidades de Dados do Protocolo de Sessão (UDPSs), que carregam os dados dos usuários SS e/ou informações de controle. Para isso, o protocolo de sessão estabelece um caminho de comunicação lógica entre esses usuários, denominado conexão de sessão. A figura 1.2 mostra a troca de unidades de dados relacionada com esta camada.

Os serviços da camada de sessão voltam-se ao atendimento das necessidades das aplicações. A seguir, apresenta-se esses serviços, seguidos por uma breve descrição de suas finalidades.

a) Estabelecimento de conexão de sessão: permite que dois usuários SS estabeleçam uma conexão de sessão entre si:

b) Liberação de conexão de sessão: permite que dois

usuários SS encerrem uma conexão de sessão de forma ordenada, sem perda de dados, ou de forma abrupta, podendo haver perda de dados:

c) **Transferência de dados normais:** permite a transferência de UDSSs entre usuários SS pares. Essa transferência é submetida ao controle de diálogo associado e/ou controle de fluxo;

d) **Transferência de dados urgentes:** permite a transferência de UDSSs entre usuários SS pares não sendo submetida aos controle de diálogo e de fluxo de dados normais;

e) **Transferência de dados transparentes:** permite a transferência transparente de UDSSs entre usuários SS pares independentemente da posição da ficha de dados; A ficha de dados é um atributo de uma conexão de sessão. É dinamicamente atribuída a um dos usuários SS e permite que o mesmo tenha o direito de transferir dados normais;

f) **Gerência de interação (ou controle de diálogo):** permite aos usuários SS controlarem explicitamente quem deve, num dado momento, executar certas funções de controle. Os seguintes tipos de interação (ou modos de diálogos) são definidos:

. **Interação bidirecional simultânea (ou diálogo duplex):** UDSSs podem ser enviadas simultaneamente

entre usuários SS pares;

.Interação bidirecional alternada (ou diálogo semi-duplex): somente o usuário SS com a posse da ficha de dados pode enviar UDSSs; e,

.Interação unidirecional (ou diálogo simplex): somente o usuário SS inicialmente com a posse da ficha de dados pode enviar UDSSs.

g) Sincronização de sessão: propicia a retomada do diálogo, a partir de um determinado ponto, em seguida a situações de erro que causam o "reset" da conexão de sessão.

h) Gerência de atividades: permite aos usuários SS quebrarem o diálogo em atividades discretas, onde cada atividade pode ser tratada como uma transferência de dados separada, podendo ser interrompida e reiniciada posteriormente numa sessão ou, possivelmente, numa outra sessão. O termo sessão se aplica à duração da existência de uma conexão de sessão.

i) Notificação de exceção: fornece meios para usuários SS avisarem e serem avisados de erros na operação do protocolo de sessão a fim de que medidas corretivas sejam tomadas.

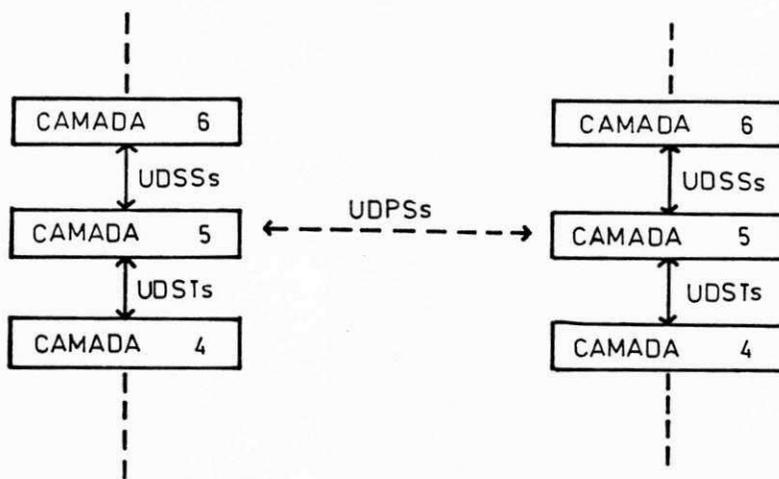


Figura 1.2: Unidades de Dados relacionadas com a Camada de Sessão.

1.2 MOTIVAÇÃO E OBJETIVOS

Conforme apresentado na seção anterior, há uma diversidade de serviços oferecidos pela camada de sessão, que atendem diretamente às aplicações solicitadas pelos usuários. Contudo, pouco se conhece como a escolha desses serviços afeta o desempenho de redes de computadores.

Estudos em modelagem e avaliação de desempenho do protocolo de sessão tornam-se imprescindíveis devido a necessidade de se conhecer informações efetivas sobre a participação desse protocolo, e conseqüentemente a participação dos serviços oferecidos pela camada de sessão, no desempenho de uma rede de computadores.

Na configuração de serviços para a camada de sessão, há a necessidade de incluir o serviço gerência de interação, desde que esse serviço gerencia o diálogo conforme determinado pela camada superior. De acordo com a ISO [16], a definição de uma implementação da camada de sessão conforme a sua especificação do protocolo de sessão deve conter a unidade funcional núcleo e uma ou ambas as unidades funcionais duplex e semi-duplex. A unidade funcional núcleo suporta os serviços básicos de sessão necessários para o estabelecimento de uma conexão de sessão, a transferência de dados normais, e a liberação da conexão de sessão. As unidades funcionais duplex e semi-duplex, dizem respeito à opção dos modos de diálogos duplex e semi-duplex, respectivamente.

A escolha do modo de diálogo a ser utilizado, depende da aplicação considerada. Por exemplo, o modo de diálogo simplex pode ser usado na aplicação correio eletrônico, o modo de diálogo duplex na aplicação submissão remota de tarefas, e o modo de diálogo semi-duplex na aplicação processamento de transação. Algumas aplicações podem, no entanto, utilizar mais de um modo de diálogo. É o caso da aplicação transferência de arquivos, que pode utilizar o modo de diálogo duplex, ou o modo de diálogo semi-duplex. Essa aplicação, é de grande utilidade como suporte a outras aplicações básicas, como por exemplo, submissão remota de tarefas, processamento de texto e banco de dados distribuído, entre outras [17].

No serviço gerência de interação com modo de diálogo semi-duplex, UDSSs que chegam a uma entidade de sessão podem ficar bloqueadas aguardando a recepção da ficha de dados para serem liberadas à entidade de sessão par. O tempo médio de bloqueio dessas UDSSs, aqui denominado atraso médio de admissão, é uma medida a ser investigada no desempenho do protocolo da camada de sessão com esse modo de diálogo. Ainda nesse caso, há um parâmetro obrigatório a ser considerado. Esse parâmetro é a disciplina de liberação de UDSSs, usada por uma entidade de sessão que detém a ficha de dados, para liberar UDSSs de forma desejada à entidade de sessão par.

Entre os serviços da camada de sessão, o serviço sincronização de sessão é particularmente útil na transferência de arquivos longos pois evita a necessidade de retransmissão do arquivo por completo, no caso de quebra de conexão. Uma

variante desse serviço, o serviço quarentena de dados da camada de sessão proposto pelo NBS [18], permite a uma entidade de apresentação submeter unidades de dados de comprimento variável, denominadas Unidades de Quarentena de Dados (UQDs), que podem ser armazenadas na camada de sessão e fornecidas como um bloco de dados único à entidade de apresentação par. O serviço quarentena de dados oferece duas opções:

.Quarentena de dados local: onde os dados permanecem na entidade de sessão de referência até o fim da quarentena, quando então podem ser enviados à entidade de sessão par; e,

.Quarentena de dados remota: onde os dados permanecem na entidade de sessão par até o fim da quarentena, quando então podem ser enviados à camada superior.

O serviço quarentena de dados volta-se essencialmente para as aplicações que envolvem atomicidade transacional, isto é, transações que devem ser enviadas em um único bloco de dados. O serviço telecompras é um exemplo de aplicação que utiliza o serviço quarentena de dados. Essa aplicação permite, por exemplo, que informações de débito de um comprador e de crédito do seu vendedor, sejam enviadas juntas em um mesmo bloco de transações para o servidor de telecompras.

O serviço quarentena de dados introduz atraso na liberação de UDPSs de uma entidade de sessão, devido ao tempo necessário ao recebimento do número de UDSSs na composição de unidades de quarentena de dados. Esse atraso médio, aqui denominado atraso

údio de quarentena, é uma medida de desempenho a ser considerada o desempenho do protocolo de sessão com o referenciado serviço. n parâmetro importante para essa medida, é o comprimento da nidade de quarentena de dados atribuído a este serviço.

Um ponto de partida para a modelagem do protocolo de sessão através da modelagem do serviço gerência de interação, desde ue este serviço deve pertencer a qualquer configuração de rviços de sessão. Modelagem do protocolo de sessão envolvendo rviço gerência de interação com outros serviços, torna-se aturalmente necessário a fim de se conhecer a participação onjunta desses serviços no desempenho do protocolo de sessão.

Esta tese apresenta a modelagem do protocolo de sessão (a) om o serviço gerência de interação usando os modos de diálogo uplex e semi-duplex, e, (b) com os serviços gerência de nteração e quarentena de dados, respectivamente com os modos de iálogo duplex e semi-duplex e as opções de quarentena local e emota. A finalidade dessa modelagem, é analisar a participação a camada de sessão com os serviços referenciados no desempenho e uma rede de computadores.

A modelagem do serviço gerência de interação direciona-se à plicação transferência de arquivos.

O serviço gerência de interação com modo de diálogo duplex ão introduz atraso de UDSSs na camada de sessão. A sua modelagem a presente tese, é importante como ilustrativa na comparação com odelagens de outros serviços.

Na modelagem do protocolo de sessão com o serviço gerência de interação com o modo de diálogo semi-duplex, apresenta-se modelos conforme a geração de UDSSs na camada de sessão. Nesses modelos, uma entidade de sessão sem a posse da ficha de dados pode receber e bloquear UDSSs. Considera-se que a chegada da ficha de dados a uma entidade de sessão com UDSSs bloqueadas permite a liberação dessas unidades conforme uma disciplina de liberação de UDPSs adotada. Essa disciplina, determina a quantidade de UDPSs a ser enviada à entidade de sessão par. Caso a ficha de dados chegue a uma entidade de sessão que não tem UDPSs bloqueadas, esta ficha deve aguardar a chegada de uma UDSS, quando então, juntamente com a(s) UDPS(s) associadas a esta UDSS, serão enviadas à entidade de sessão par.

As medidas de desempenho de interesse para os modelos referenciados são: vazão média, atraso médio de admissão e atraso médio fim-a-fim. O interesse maior na análise desses modelos é investigar a participação da medida atraso médio de admissão na medida atraso médio fim-a-fim.

A modelagem da camada de sessão com os serviços quarentena de dados e gerência de interação direciona-se à aplicação serviço telecompras. Os modelos resultantes combinam os modos de diálogos e as opções de quarentena de dados referenciadas.

O modelo com modo de diálogo duplex e quarentena de dados local, pode introduzir atraso na camada de sessão devido ao tempo de espera de uma unidade de quarentena de dados que não pode ser entregue à camada de transporte devido à falta de espaço de

armazenamento nesta camada . Esse atraso médio, também denominado atraso médio de admissão, tal qual aquele introduzido nos modelos com modo de diálogo semi-duplex, é uma medida que pode influenciar o desempenho desse modelo.

Os modelos referenciados permitem a obtenção das medidas atraso médio de admissão e atraso médio de quarentena separadamente ou conjuntamente, como uma única medida. Esta tese analisa a participação dessas medidas na medida atraso médio fim-a-fim desses modelos.

1.3 ORGANIZAÇÃO DA TESE

Os demais capítulos desta tese são organizados da seguinte forma:

O capítulo 2 apresenta o modelo básico do protocolo de sessão como sendo o modelo de uma conexão de sessão. Esse capítulo mostra as partes básicas desse modelo, e as definições das medidas de desempenho de interesse para os modelos propostos nesta tese.

O capítulo 3 apresenta a modelagem de uma conexão de sessão com o serviço gerência de interação direcionada à aplicação transferência de arquivos. Apresenta modelos que dependem do modo de diálogo utilizado pela aplicação de interesse: duplex ou semi-duplex. Para o modo de diálogo semi-duplex, classifica seus modelos conforme a geração de UDSSs na camada de sessão, e apresenta alternativas de disciplina de liberação de UDPSs. Para

cada modelo referenciado, este capítulo faz uma análise do seu desempenho. Uma atenção maior é dada na análise daqueles modelos que introduzem a medida atraso médio de admissão na medida atraso médio fim-a-fim do protocolo de sessão.

O capítulo 4 apresenta a modelagem de uma conexão de sessão com os serviços gerência de interação e quarentena de dados. Os modelos considerados, direcionados à aplicação serviço telecompras, resultam da combinação dos diálogos duplex e semi-duplex e das opções de quarentena de dados, local e remota. Para cada um desses modelos, esse capítulo analisa o seu desempenho, investigando a participação conjunta das medidas atraso médio de admissão e atraso médio de quarentena na medida atraso médio fim-a-fim.

O capítulo 5, uma extensão do capítulo 4, apresenta um estudo de caso para os modelos dos serviços integrados gerência de interação com modos de diálogo duplex e semi-duplex e quarentena de dados com a opção local, considerando uma alternativa para a geração de UDSSs na camada de sessão.

Finalmente, o capítulo 6 apresenta conclusões e sugestões de continuidade de trabalhos referentes à presente tese.

APITULO 2

DELAGEM DO PROTOCOLO DE SESSAO

Os serviços de sessão conforme a ISO, são orientados à conexão, isto é, permitem estabelecer uma conexão de sessão entre usuários SS pares, efetuar a transferência de dados conforme serviços solicitados, e, finalmente, liberar a conexão de sessão.

Serviços orientados à conexão são solicitados por aplicações em que as fases de estabelecimento e liberação da conexão de sessão não são significativas com relação à fase de transferência de dados.

Transferência de arquivos, submissão remota de tarefas, atualizações bancárias em geral, etc., são exemplos de algumas aplicações que requerem serviços orientados à conexão.

Algumas aplicações se caracterizam por possuírem tráfego interativo de dados, geralmente não volumosos, constituindo-se de transações do tipo pergunta/resposta. Para essas aplicações, do tipo processamento de transações, muito utilizado em consulta a bancos de dados, os serviços orientados à conexão não são pertinentes devido ao "overhead" necessário ao estabelecimento, manutenção e liberação de uma conexão de sessão. O NBS apresenta

o serviço transferência de dados unitários [18], que permite a transferência de dados entre usuários SS na base da não conexão.

O capítulo 6 apresenta considerações e sugestões sobre a modelagem do protocolo de sessão com o serviço transferência de dados unitários.

Este capítulo apresenta o modelo básico do protocolo de sessão com serviços orientados à conexão, como sendo o modelo de uma conexão de sessão. Considera-se a conexão de sessão já estabelecida, isto é, na fase de transferência de dados.

Supõe-se como premissa necessária à utilização do modelo de uma conexão de sessão que as durações das fases de estabelecimento e liberação da conexão de sessão não são significativas com relação à duração da fase de transferência de dados. Esse é o caso, por exemplo, de aplicações que envolvem transferência de grande quantidade de dados. Transferência de arquivos é um desses exemplos, sendo esta, uma aplicação de interesse para o presente modelo.

As seções que seguem apresentam o modelo geral de uma conexão de sessão juntamente com seus componentes básicos. Apresenta também as medidas de desempenho de interesse do modelo referenciado.

1.1 O MODELO GERAL DE UMA CONEXÃO DE SESSÃO

Não há definição para a função de multiplexação nas camadas

de sessão e de apresentação. Existe uma correspondência um a um entre uma conexão de apresentação e uma conexão de sessão, e entre uma conexão de sessão e uma conexão de transporte. Essas correspondências significam que uma conexão de sessão serve a um único par de usuários SS, e que utiliza uma única conexão de transporte para atender a transferência de dados entre esses usuários.

A condição de não definição de multiplexação nas camadas de sessão e de apresentação vem simplificar o modelo geral proposto para uma conexão de sessão. Esse modelo se constitui de três componentes básicos: fontes geradoras de tráfego à conexão de sessão; uma conexão de transporte duplex, que oferece o serviço de transporte à conexão de sessão, e, os serviços de sessão utilizados durante a fase de transferência de dados da conexão de sessão.

A figura 2.1 apresenta o modelo geral de uma conexão de sessão. Nesse modelo, UDSSs transmitidas pela conexão de sessão são entregues à camada superior. As subseções que seguem apresentam os modelos para cada uma das partes referenciadas.

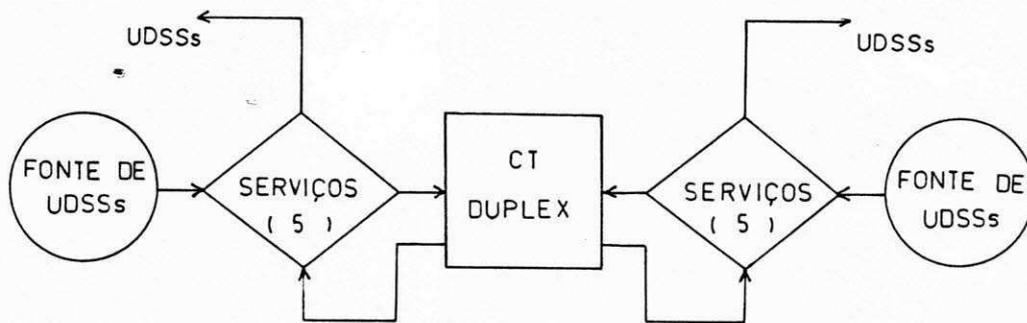


Figura 2.1: Modelo Geral da conexão de Sessão.

2.1.1 MODELOS DAS FONTES

O tráfego de dados da camada de sessão constitui-se de UDSSs que transportam os dados dos usuários SS e/ou informações dos serviços solicitados à camada de sessão por esses usuários.

Quanto à geração de UDSSs na camada de sessão, as fontes classificam-se em:

a) Fontes síncronas: aplicam-se aos modelos de uma conexão de sessão com modo de diálogo semi-duplex. Para esse tipo de fonte, UDSSs são entregues a uma entidade de sessão somente se esta possuir a ficha de dados. Nesse caso tem-se geração síncrona de UDSSs (com relação à posse da ficha de dados). Modela-se uma fonte síncrona como um servidor exponencial com taxa média de serviço igual a taxa média de geração de UDSSs na camada de sessão.

b) Fontes assíncronas: aplicam-se aos modelos de uma conexão de sessão com os modos de diálogo duplex ou semi-duplex. Nesses modelos, UDSSs são entregues a uma entidade de sessão independentemente desta possuir a ficha de dados. Nesse caso tem-se geração assíncrona de dados (com relação à posse da ficha de dados).

Fontes assíncronas geram UDSSs na conexão de sessão com tempos de interchegadas distribuídos exponencialmente com média de $1/\lambda$ segundos. Com o modo de diálogo semi-duplex, UDPSs associadas às UDSSs, podem ficar bloqueadas na camada de sessão aguardando a chegada da ficha

de dados, que fornece o direito de transferir UDPSs na conexão de sessão. Considera-se que a camada de sessão dispõe de capacidade de armazenamento finita. Com o modo de diálogo duplex, UDSSs que chegam na camada de sessão são entregues à conexão de transporte, não havendo bloqueio dessas unidades na camada de sessão. A conexão de transporte dispõe de capacidade de armazenamento de UDSTs finita. Caso a camada de sessão (ou de transporte) não mais disponha de espaço de armazenamento livre, o serviço gerência de interação desativa a fonte. Esse mecanismo corresponde ao controle de fluxo entre as camadas de sessão e de apresentação.

Um segundo modelo para fontes assíncronas, apresenta a geração de UDSSs na conexão de sessão com taxas dependentes de estado. O capítulo 5 apresenta um estudo de caso, envolvendo o modelo de uma conexão de sessão com os serviços gerência de interação e quarentena de dados local, com essa alternativa de modelo de fontes assíncronas.

2.1.2 MODELO DA CONEXÃO DE TRANSPORTE

Uma Conexão de transporte é atribuída a uma conexão de sessão durante toda a fase de transferência de dados. Cada conexão de sessão é servida por uma conexão de transporte duplex que transmite as UDPSs entre entidades de sessão pares.

Modela-se uma conexão de transporte duplex por duas conexões

de transportes simplex, uma vez que não há interferência entre os dois sentidos da conexão de transporte (não se considera o reconhecimento de UDPTs na conexão de transporte).

Considera-se como modelo de uma conexão de transporte simplex um servidor exponencial com taxa média de serviço μ_1 ou μ_2 UDSTs por segundo (conforme esta conexão de transporte sirva a uma entidade de sessão de referência ou par respectivamente). A taxa média de serviço corresponde à taxa média de transmissão de UDSTs na conexão de transporte.

2.1.3 MODELOS DOS SERVIÇOS

Os serviços de sessão direcionam-se ao atendimento das aplicações requeridas pelos usuários finais da rede.

Durante a fase de transferência de dados de uma conexão de sessão, qualquer serviço de sessão, com exceção do serviço estabelecimento de sessão (por motivos óbvios), podem ser solicitados pelos usuários SS.

O universo de serviços de sessão restringe-se àqueles inerentes à unidade funcional núcleo (serviços estabelecimento/liberação de conexão da sessão e transferência de dados normais), e àqueles que foram acordados durante a fase de estabelecimento da conexão de sessão.

No universo de serviços mencionado, o serviço gerência de interação deve estar presente a qualquer configuração de serviços

de sessão. Assim sendo, um primeiro passo na modelagem de uma configuração mínima de serviços de sessão é através da modelagem do serviço gerência de interação.

A inclusão de um ou mais serviços nessa configuração mínima, conduz naturalmente a uma participação conjunta de serviços.

Considera-se duas configurações de serviços de sessão: a primeira, envolvendo o serviço gerência de interação com modos de diálogos duplex e semi-duplex, e a segunda, envolvendo os serviços gerência de interação e quarentena de dados, com os modos de diálogos referenciados e as opções de quarentena de dados local e remota.

O capítulo 3 apresenta a modelagem de uma conexão de sessão com essa primeira configuração de serviços. Os capítulos 4 e 5 apresentam essa modelagem para a segunda configuração de serviços mencionada.

Os modelos apresentados nos capítulos 3, 4 e 5, admitem as seguintes suposições: independência estatística nos processos de chegadas e de serviços, disciplinas de filas do tipo FCFS ("First Come First Served") [17], e, correspondência uma a uma entre UDSSs, UDPSs e UDSTs.

2.2 MEDIDAS DE DESEMPENHO

As medidas de desempenho de interesse na modelagem de uma conexão de sessão para as configurações de serviços mencionadas,

são as seguintes:

- a) Vazão média;
- b) Atraso médio de quarentena;
- c) Atraso médio de admissão, e,
- d) Atraso médio fim-a-fim;

A medida vazão média é igual ao número médio de UDPSS transmitidas por unidade de tempo.

A medida atraso médio de admissão é igual ao tempo médio de espera de UDPSS que permanecem bloqueadas na entidade de sessão de referência, esperando a recepção da ficha de dados para serem enviadas à entidade de sessão par. Para os modelos com os serviços quarentena de dados e gerência de interação, com a opção local e o modo de diálogo duplex, essa medida é igual ao tempo médio de espera de UDPSS, associadas às UQDs na entidade de sessão de referência, quando não há espaço de armazenamento para essas unidades na conexão de transporte.

A medida atraso médio de quarentena é igual ao tempo médio de espera de UDPSS na camada de sessão devido ao processo de composição de uma unidade de quarentena de dados.

Os modelos com os serviços gerência de interação e quarentena de dados com a opção local, apresentam as medidas de desempenho atraso médio de admissão e atraso médio de quarentena adicionadas ou sobrepostas, conforme o modo de diálogo seja duplex ou semi-duplex, respectivamente. Para os demais modelos com esses serviços, as medidas referenciadas apresentam-se

separadas.

A medida atraso médio fim-a-fim é igual ao tempo médio decorrente desde que uma UDSS chega a uma conexão de sessão até o instante em que esta é entregue por esta conexão ao usuário SS receptor. Essa medida corresponde a soma das medidas atraso médio de admissão (se o modo de diálogo for semi-duplex), atraso médio de transmissão na conexão de transporte, e o atraso médio de quarentena (se o serviço quarentena de dados for solicitado).

CAPITULO 3

MODELAGEM DE UMA CONEXAO DE SESSAO COM O SERVICO

GERENCIA DE INTERACAO

A configuração mínima de serviços de sessão conforme a ISO [15], engloba a unidade funcional núcleo e uma das unidades funcionais semi-duplex e duplex. A unidade funcional núcleo suporta os serviços necessários ao estabelecimento de uma conexão de sessão, a transferência de dados normais, e a liberação da conexão de sessão. A unidade funcional semi-duplex controla a troca de dados entre usuários SS pares. A unidade funcional duplex permite a troca de dados entre usuários SS pares sem controle de diálogo. Essas duas últimas unidades são excludentes a uma mesma conexão de sessão.

Este capítulo tem como objetivo a modelagem do protocolo de sessão com a configuração mínima de serviços de sessão orientados à conexão. Considera o modelo básico de uma conexão de sessão na fase de transferência de dados, conforme exposto no capítulo 2. Apresenta modelos conforme o modo de diálogo seja duplex ou semi-duplex.

Na modelagem do serviço gerência de interação com o modo de

diálogo semi-duplex, o presente capítulo mostra alternativas para as disciplinas de liberação de UDPSs na conexão de sessão, e investiga a participação da medida de desempenho atraso médio de admissão na medida atraso médio fim-a-fim da conexão de sessão.

A aplicação de interesse, comum a todos os modelos, é transferência de arquivos. Para cada modelo considerado, este capítulo analisa o seu desempenho e apresenta as conclusões mais relevantes das análises efetuadas.

3.1 DIÁLOGO DUPLEX

O serviço gerência de interação com modo de diálogo duplex não controla o envio de dados entre usuários SS pares.

O modo de diálogo duplex não introduz atraso de admissão na camada de sessão. UDSSs que chegam a uma conexão de sessão são imediatamente entregues à conexão de transporte a ela atribuída.

A figura 3.1 apresenta um diagrama no tempo da troca de dados (UDSSs) entre usuários SS pares. Nesse diagrama, denomina-se usuário SS emissor ao usuário SS que está no estado de emissão de dados, e, denomina-se usuário SS receptor, aquele que está no estado de recepção de dados.

A seção 3.3 apresenta o modelo do serviço gerência de interação com o modo de diálogo duplex. Esse modelo, envolvendo uma fonte assíncrona, denomina-se modelo duplex.

3.2 DIÁLOGO SEMI-DUPLEX

O serviço gerência de interação com modo de diálogo semi-duplex controla a transferência de dados entre usuários SS pares.

A figura 3.2 apresenta o diagrama no tempo da troca de dados (UDSSs) entre usuários SS pares numa aplicação transferência de arquivos. Nesse diagrama, o usuário SS respondente corresponde ao servidor de arquivos. Considera-se que o usuário SS iniciador detém inicialmente a ficha de dados.

O usuário SS respondente necessitando enviar dados solicita a ficha de dados ao usuário SS iniciador. Somente ao receber a confirmação de sua solicitação, é que o usuário SS respondente pode enviar dados.

O diagrama da figura 3.2 mostra a participação dos serviços transferência de dados normais e gerência de interação na troca de dados entre os usuários SS referenciados.

O modelo de uma conexão de sessão com o modo de diálogo semi-duplex pode apresentar fontes síncronas e assíncronas.

UDSSs associadas a uma fonte assíncrona que chegam a uma entidade de sessão e esta não possui a ficha de dados, podem ficar bloqueadas (como UDPSs) nesta entidade. Com a recepção da ficha de dados, essas UDPSs são enviadas à entidade de sessão par, conforme uma disciplina de liberação de UDPSs determinada. Caso uma entidade de sessão disponha dessa ficha e não tenha

UDPSs armazenadas, a ficha de dados aguarda a recepção de uma UDSS, (que corresponde a uma UDPS), para serem enviadas à entidade de sessão par.

Considera-se a disciplina de liberação de UDPSS quando a ficha de dados chega a uma entidade de sessão e encontra UDPSS ali bloqueadas do tipo limitada, isto é, até uma quantidade limitada de UDPSS que estavam bloqueadas até a recepção da ficha de dados são liberadas. A disciplina limitada engloba dois casos de disciplinas particulares. Essas disciplinas são as seguintes:

a) Não exaustiva: libera apenas uma UDPS de cada vez; e,

b) Comutada: libera todas as UDPSS que estavam bloqueadas até a recepção da ficha de dados;

O modelo de uma conexão de sessão com modo de diálogo semi-duplex somente com fontes síncronas não é adequado para a aplicação transferência de arquivos. O modelo envolvendo fontes síncronas destina-se aos modelos direcionados às aplicações interativas do tipo processamento de transações, que não utilizam serviços orientados à conexão. O capítulo 6 apresenta considerações e sugestões para esses modelos.

Este capítulo apresenta os modelos de uma conexão de sessão que envolvem pelo menos uma fonte assíncrona. Esses modelos, introduzem a medida atraso médio de admissão na medida atraso médio fim-a-fim da conexão de sessão.

O primeiro modelo, envolvendo somente fontes assíncronas, direciona-se a um caso particular da aplicação transferência de

arquivos em que não há sincronismo na geração de UDSSs na conexão de sessão. Ambas as entidades de sessão pares podem bloquear UDPSs enquanto aguardam a recepção da ficha de dados. A seção 3.4 analisa esse modelo, denominado semi-duplex com geração assíncrona de UDSSs.

O segundo modelo, envolvendo uma fonte assíncrona e uma fonte síncrona, direciona-se à aplicação transferência de arquivos, onde o usuário solicitante desta aplicação, envia dados a um servidor de arquivos remoto. O servidor de arquivos recebe esses dados, e emite uma resposta (e/ou confirmação da recepção de seus dados).

Nesse modelo, a fonte assíncrona relaciona-se com o usuário da aplicação transferência de arquivos. A fonte síncrona relaciona-se com os serviços oferecidos pela camada de sessão e camadas superiores a essa aplicação. A seção 3.5 analisa esse modelo, denominado semi-duplex com geração assíncrona e síncrona de UDSSs.

As seções que seguem apresentam para cada modelo referenciado neste capítulo, sua descrição, a solução adotada, e um exemplo numérico que permite avaliar o seu desempenho. Para os modelos com modo de diálogo semi-duplex, investiga a participação da medida de desempenho atraso médio de admissão na medida atraso médio fim-a-fim da conexão de sessão.

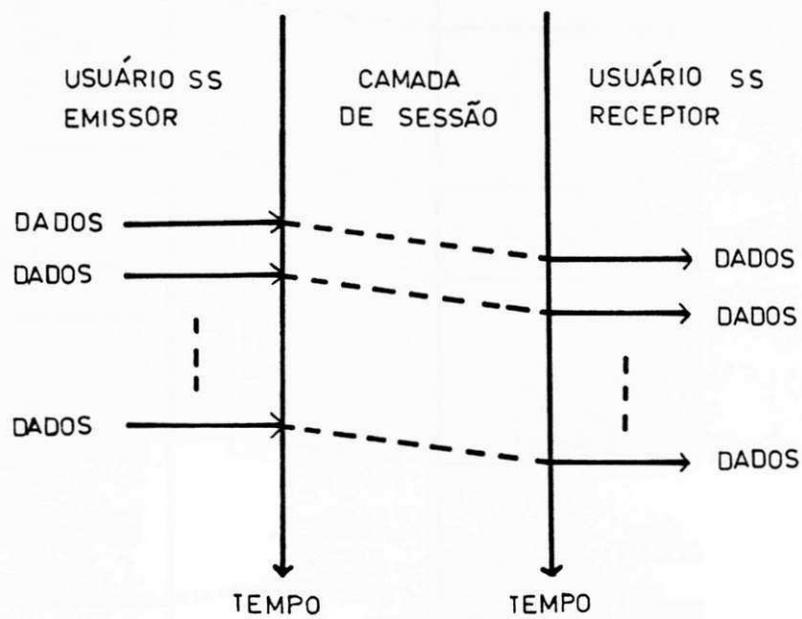


Figura 3.1: Troca de UDSSs com Diálogo Duplex

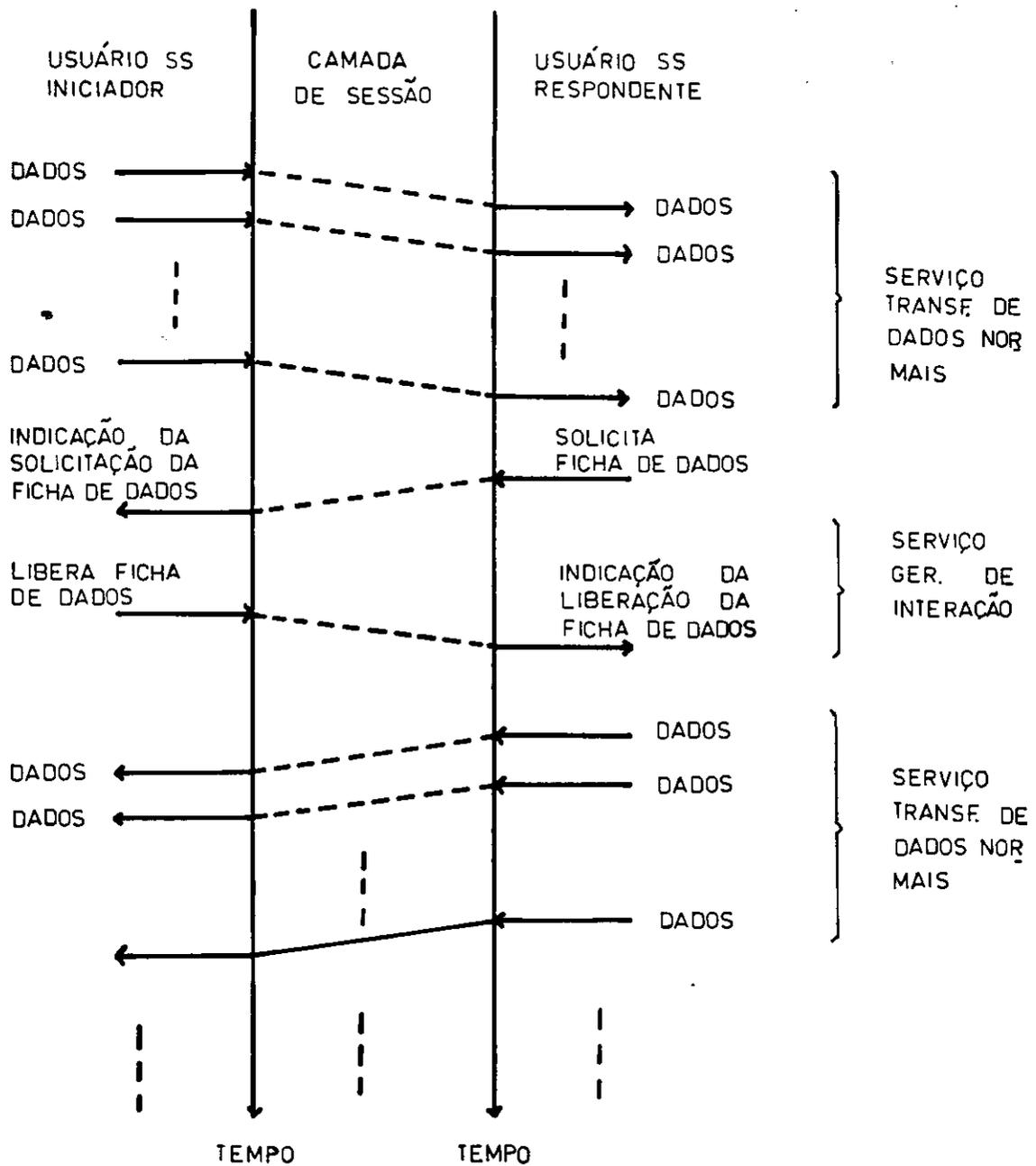


Figura 3.2: Troca de UDSSs com Diálogo Semi-Duplex

3.3 MODELO DUPLEX

3.3.1 DESCRIÇÃO

Considera-se uma conexão de sessão na fase de transferência de dados, considerando o serviço gerência de interação com o modo de diálogo duplex.

Nesse modelo, a conexão de sessão recebe UDSSs com tempos de interchegadas distribuídos exponencialmente com média $1/\lambda$ segundos. UDSSs que chegam na conexão de sessão são imediatamente entregues (como UDSTs) à conexão de transporte atribuída a essa conexão de sessão. UDSTs transmitidas são entregues (como UDSSs) ao usuário SS receptor. Não há bloqueio de UDSSs na camada de sessão.

A capacidade de armazenamento de UDSTs na conexão de transporte é limitada. Alcançado esse limite, cessa a geração de UDSSs na conexão de sessão, e conseqüentemente, a geração de UDSTs na conexão de transporte. O tempo de transmissão de uma UDST na conexão de transporte é distribuído exponencialmente com média $1/\mu$ segundos.

O modelo duplex resume-se a apenas dois componentes: uma fonte de UDSSs do tipo assíncrona e a uma conexão de transporte simplex.

A figura 3.3 apresenta esse modelo, onde: λ representa a taxa média de chegada de UDSTs na conexão de transporte

(associada à fonte assíncrona); CT representa a conexão de transporte simplex que serve à conexão de sessão, e, μ representa a taxa média de transmissão de UDSTs em CT.

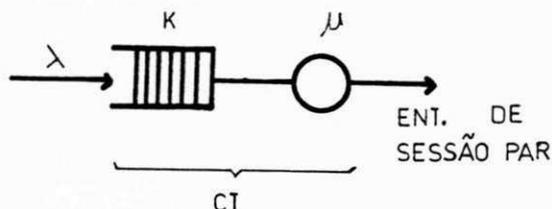


Figura 3.3: Modelo Duplex.

3.3.2 SOLUÇÃO

O modelo duplex é um sistema M/M/1/W: armazenamento finito. Uma solução exata para esse modelo, conforme [19], é apresentada a seguir:

Seja:

λ_k : taxa média de chegada de UDSTs quando há k UDSTs em CT.

μ_k : taxa média de transmissão em CT quando há k UDSTs no modelo.

$Pr[k]$: probabilidade que há k UDSTs em CT.

Tem-se:

$$\lambda_k = \begin{cases} \lambda, & \text{se } k < W \\ 0, & \text{de outra forma} \end{cases}$$

$$\mu_k = \mu, \text{ para } 0 \leq k \leq W$$

Onde:

$$\rightarrow \frac{1 - \lambda/\mu}{1 - (\lambda/\mu)^k} \cdot (\lambda/\mu)^k, \text{ para } 0 \leq k \leq W \text{ e } \lambda \neq \mu$$

$$\text{Pr}[k] = \begin{cases} 1 / (k + 1), & \text{para } 0 \leq k \leq W \text{ e } \lambda = \mu \\ 0, & \text{de outra forma} \end{cases}$$

Segue as equações necessárias à obtenção das medidas de desempenho de interesse, que são: comprimento médio da fila de CT (I_c), vazão média (V_a) e atraso médio fim-a-fim (A_f). Neste modelo, o atraso médio fim-a-fim corresponde ao atraso médio de transmissão de UDSs na conexão de transporte (A_t).

$$I_c = \sum_k k \cdot \text{Pr}[k], \text{ para } 1 \leq k \leq W$$

$$V_a = (1 - \text{Pr}[W]) \cdot \lambda$$

$$A_f = A_t = I_c / V_a$$

3.3.3 EXEMPLO NUMÉRICO

Considera-se uma conexão de sessão com o modo de diálogo

duplex, com uma fonte assíncrona. O tempo médio de transmissão na conexão de transporte atribuída a essa conexão de sessão é de 10 UDSTs por segundo. A sua capacidade de armazenamento é de 6 UDSTs.

Para esse exemplo, adota-se a solução do sistema de filas M/M/1/W: armazenamento finito, apresentado na subseção 3.3.2. A medida de desempenho de interesse é vazão média em função da taxa média de chegada de UDSSs na conexão de sessão.

Nesse exemplo tem-se: $W = 6$ UDSTs e $\mu = 10$ UDSTs por segundo. A figura 3.4 apresenta a medida de desempenho vazão média em função da taxa média de chegada de UDSSs.

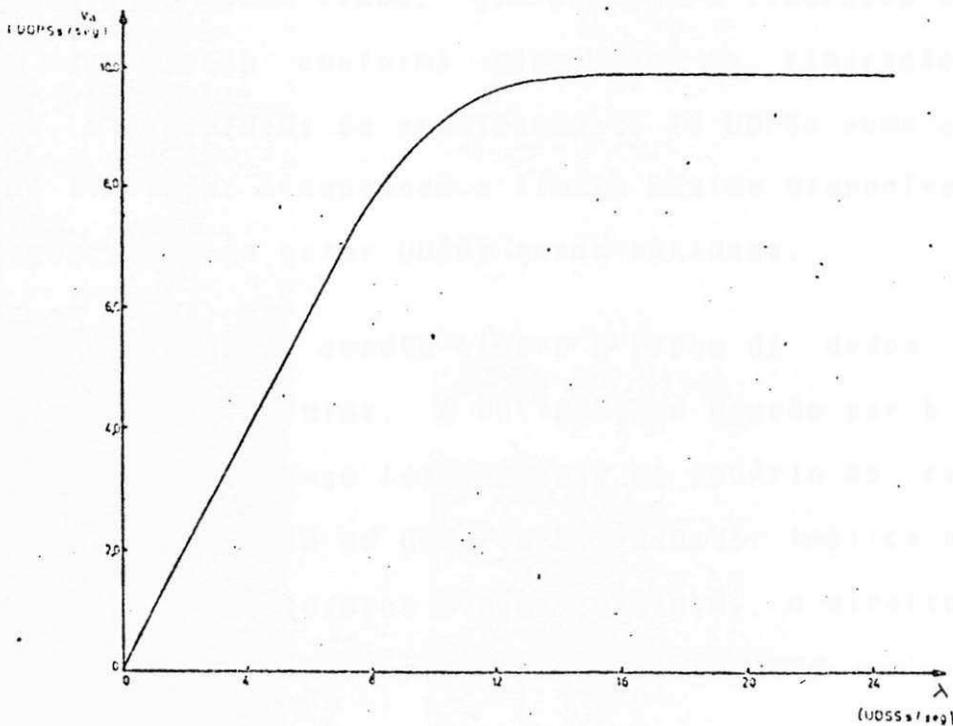


Figura 3.4: Vazão Média vs Taxa Média de Chegada para o Modelo Duplex.

3.4 MODELO SEMI-DUPLEX COM GERAÇÃO ASSÍNCRONA DE UDSSs

3.4.1 DESCRIÇÃO

O modelo semi-duplex com geração assíncrona de UDSSs, direcionado à aplicação transferência de arquivos, considera uma conexão de sessão com o serviço gerência de interação com modo de diálogo semi-duplex, e ambas as fontes de UDSSs do tipo assíncrona.

Nesse modelo, UDSSs chegam a uma entidade de sessão de referência (par) com tempos de interchegadas distribuídos exponencialmente com média $1/\lambda_1$ ($1/\lambda_2$) segundos. Caso a entidade de sessão não possua a ficha de dados, esta pode bloquear UDPSS até a recepção desta ficha, que permite a liberação de UDPSS na conexão de sessão conforme disciplina de liberação do tipo limitada. A capacidade de armazenamento de UDPSS numa entidade de sessão é limitada. Alcançando o limite máximo disponível, a fonte assíncrona cessa de gerar UDSSs nessa entidade.

Uma entidade de sessão libera a ficha de dados juntamente com a última UDPS emitida. A entidade de sessão par à medida que recebe UDPSS entrega-as (como UDSSs) ao usuário SS receptor. A entrega da última UDSS ao usuário SS receptor implica na posse da ficha de dados que fornece a essa entidade, o direito de enviar UDPSS conforme a disciplina de liberação adotada.

Caso uma entidade de sessão possua a ficha de dados e não tenha UDPSS bloqueadas, esta mantém a ficha de dados e aguarda a

recepção de uma UDSS que permitirá então, a liberação de uma UDPS com a ficha de dados à entidade de sessão par.

Para o transporte de UDPSs na conexão de sessão, esta utiliza a conexão de transporte a ela atribuída. O tempo de transmissão de uma UDST na conexão de transporte é exponencialmente distribuído com média $1/\mu_1$ ou $1/\mu_2$ segundos, conforme esta conexão sirva à entidade de sessão de referência ou par, respectivamente.

A figura 3.5 apresenta o modelo semi-duplex com geração assíncrona de UDSSs. Considera-se a disciplina de liberação de UDPSs do tipo limitada.

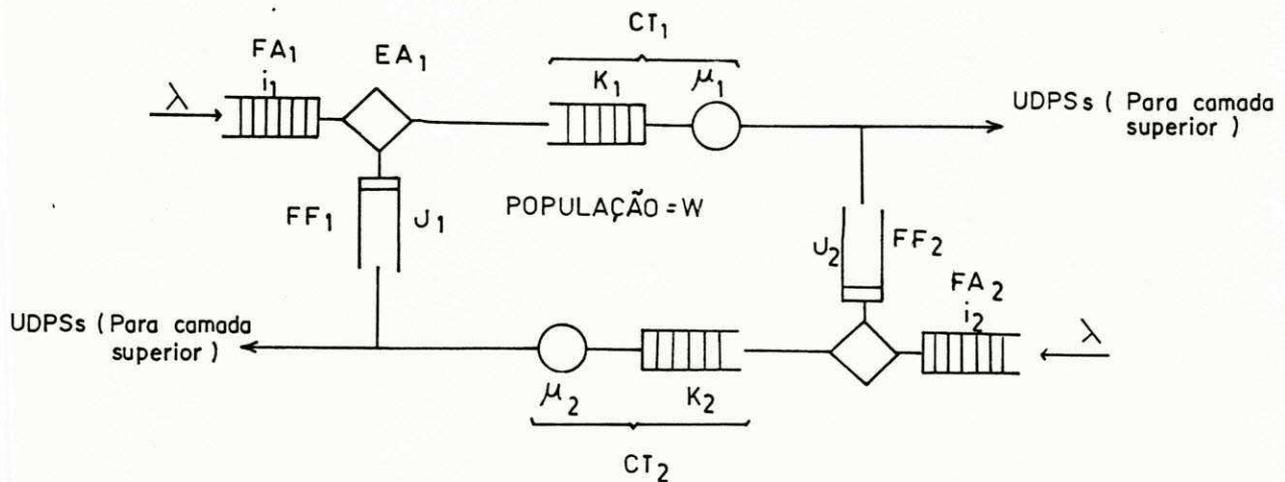


Figura 3.5: Modelo Semi-Duplex com Geração Assíncrona de UDSSs.

Na figura 3.5 as indicações 1 e 2 referem-se às entidades de sessão de referência e par, respectivamente, onde: λ_1 (λ_2) representa a taxa média de chegada de UDSSs na entidade de sessão 1 (2); FA_1 (FA_2) representa a Fila de Admissão 1 (2) que contém UDPSs armazenadas na entidade de sessão 1 (2); FF_1 (FF_2) representa a Fila da Ficha de Dados que apresenta-se vazia se a entidade de sessão não possui essa ficha, e apresenta comprimento 1 (um), caso contrário; EA_1 (EA_2) representa o Escalonador de Admissão 1 (2) que controla a emissão de UDPSs pela conexão de sessão conforme a entidade de sessão 1 (2) possua a ficha de dados, utilizando a disciplina limitada, e, finalmente, CT_1 (CT_2) representa a conexão de transporte simplex que serve à entidade de sessão 1 (2) com taxas médias de transmissão μ_1 (μ_2) UDSTs por segundo.

3.4.2 SOLUÇÃO

O presente modelo pertence à categoria de redes de filas mistas [17], apresentando características que inviabilizam a procura de soluções sem restrições do modelo. Essas características são: bloqueio de UDPSs em FA_1 e em FA_2 e chegadas em lote em CT_1 e CT_2 .

Adota-se como solução a utilização de Cadeias de Markov, que apresenta solução exata, contudo tem a restrição de se tornar intratável quando há um número grande de estados do modelo.

Numa cadeia de Markov representa-se um estado do modelo por

uma equação linear. O conjunto de equações lineares, representando todos os estados do modelo, pode ser representado pela notação matricial $B \cdot p = e$, onde: B é a matriz de transição entre estados; p é o vetor probabilidade de estados; e , e é o vetor coluna $(0,0,\dots,0,1)^T$.

Para um número grande de estados, uma solução usando cadeias de Markov pode se tornar intratável, conforme referenciado, devido ao número grande de elementos da matriz B .

Na solução do presente modelo, usa-se a técnica de matrizes esparsas e obtém-se o vetor p utilizando o método de solução iterativa apresentado em [20].

O apêndice C apresenta os diagramas de estado necessários na composição da matriz de transição entre estados para este modelo, considerando a disciplina de liberação de UDPSSs não exaustiva ($W_1 = W_2 = 1$).

Seja N_1 (N_2) e W_1 (W_2) respectivamente o número máximo de UDPSSs que FA (FA_2) pode armazenar e o número máximo de UDSTs que CT (CT_2) pode armazenar. Para esse modelo tem-se $N_1 \cdot N_2 \cdot (W_1 + W_2) + (N_1 + N_2) \cdot (W_1 + W_2 + 1) + W_1 + W_2 + 2$ estados possíveis.

Seja $Pr(i_1, i_2, j_1, j_2, k_1, k_2)$ a probabilidade que o modelo está no estado $(i_1, i_2, j_1, j_2, k_1, k_2)$, isto é, há i_1, i_2, j_1 e j_2 UDPSSs em FA, FA_2 , FF e FF, e k_1 e k_2 UDSTs em CT e CT, respectivamente.

Para $i = 1, 2$. Os limites para as variáveis de estado

consideradas são as seguintes:

$$0 \leq i \leq N$$

$$0 \leq j \leq 1$$

$$0 \leq k \leq W$$

As seguintes restrições entre as variáveis de estado existem:

$$i = 1 \rightarrow j = 0$$

$$j = 1 \rightarrow i = 0$$

$$j + k \leq W$$

Segue as equações necessárias na obtenção das medidas de desempenho para o presente modelo, onde o subscrito i representa a entidade de sessão de referência ou par, conforme o valor de i seja igual a 1 ou 2, respectivamente. As medidas referenciadas são as seguintes: comprimento médio de FA (l_a), comprimento médio da fila de CT (l_c), vazão média de CT (V_a), atraso médio de admissão (A_d), atraso médio de transmissão de UDSTs em CT (A_t) e atraso médio fim-a-fim (A_f).

$$l_{a1} = \sum_{i_1=1}^{N_1} i_1 \cdot \Pr[i_1, i_2, j_1, j_2, k_1, k_2], \text{ para}$$

$$j_1 = 0; 1 \leq k_1 \leq W; j_2 = 0, k_2 = 0;$$

$$j_1 = 0; k_1 = 0; j_2 = 1, k_2 = 0;$$

$$j_1 = 0; k_1 = 0; j_2 = 0, k_2 = 1;$$

$$l_{a2} = \sum_{i_2=1}^{N_2} i_2 \cdot \Pr[i_1, i_2, j_1, j_2, k_1, k_2], \text{ para}$$

$$\begin{aligned}
 j_2 &= 0; 1 \leq k_2 \leq W; j_1 = 0, k_1 = 0; \\
 j_2 &= 0; k_2 = 0; j_1 = 1, k_1 = 0; \\
 j_2 &= 0; k_2 = 0; j_1 = 0, k_1 = 1;
 \end{aligned}$$

$$i_{c1} = \sum_{k_1=1}^{W_1} k_1 \cdot Pr\{i_1, i_2, j_1, j_2, k_1, k_2\}, \text{ para } 0 \leq i_1 \leq N, 0 \leq i_2 \leq N, j_1 = j_2 = 0$$

$$i_{c2} = \sum_{k_2=1}^{W_2} k_2 \cdot Pr\{i_1, i_2, j_1, j_2, k_1, k_2\}, \text{ para } 0 \leq i_1 \leq N, 0 \leq i_2 \leq N, j_1 = j_2 = 0$$

$$v_{a1} = (1 - Pr\{N\}) \cdot \lambda, \text{ para } i_1 = N, j_1 = 0, 1 \leq k_1 \leq W \text{ e } i_2 = 1, 2$$

$$a_{d1} = i_{c1} / v_{a1}, \text{ para } i_1 = 1, 2$$

$$a_{t1} = i_{c1} / v_{a1}, \text{ para } i_1 = 1, 2$$

$$a_{f1} = a_{d1} + a_{t1}, \text{ para } i_1 = 1, 2$$

3.4.3 EXEMPLO NUMÉRICO

Como exemplo numérico, considera-se uma conexão de sessão com modo de diálogo semi-duplex apresentando ambas as fontes assíncronas, com iguais taxas médias de chegadas de UDSSs. A capacidade de armazenamento em cada entidade de sessão é de 6 UDPSs, e adota-se a disciplina de liberação de UDPSs do tipo não exaustiva. A taxa média de transmissão de UDSTs na conexão de transporte que serve a essa conexão de sessão é de 10 UDSTs por segundo. A capacidade de armazenamento de GT é igual a 1 UDST.

Nesse exemplo tem-se: $N_1 = N_2 = 6$ UDPSs, $W_1 = W_2 = 1$ UDST,

$\mu_1 = \mu_2 = 10$ UDSTs por segundo, e $\lambda_1 = \lambda_2$.

Usando a solução apresentada na subseção anterior, o modelo semi-duplex com geração assíncrona de UDSSs, para esse exemplo, apresenta 112 estados distintos.

A figura 3.6 apresenta a medida vazão média em função da taxa média de chegada de UDSSs. A figura 3.7 apresenta as medidas atraso médio de admissão e atraso médio fim-a-fim em função da referida taxa.

A figura 3.7 mostra a medida atraso médio de admissão inicialmente com um comportamento atípico, assumindo valores elevados para os valores menores da taxa média de chegada de UDSSs, e, decrescendo até um valor limite quando então assume um comportamento típico, aumentando com a referida taxa.

O comportamento da medida atraso médio fim-a-fim é similar àquele descrito para a medida atraso médio de admissão. Conforme mostra a figura 3.7, a medida atraso médio de admissão é parcela preponderante na medida atraso médio fim-a-fim, participando em 95,0 % desta medida.

Analisando intuitivamente esse modelo, pode-se observar o comportamento atípico da medida atraso médio de admissão, onde, para valores pequenos da taxa média de chegada de UDSSs, a ficha de dados pode ficar bloqueada em uma entidade de sessão de referência aguardando a chegada de uma UDSS para ser liberada à entidade de sessão par. Havendo esse bloqueio, aumenta o atraso médio de admissão de UDSSs bloqueadas na entidade de sessão par.

Com o aumento da taxa média de chegada de UDSSs, o tempo médio de bloqueio da ficha de dados diminui até um valor limite, onde a partir deste, não ocorre mais o referido bloqueio e o atraso médio de admissão comporta-se de forma típica mencionada, aumentando com a taxa média de chegada de UDSSs.

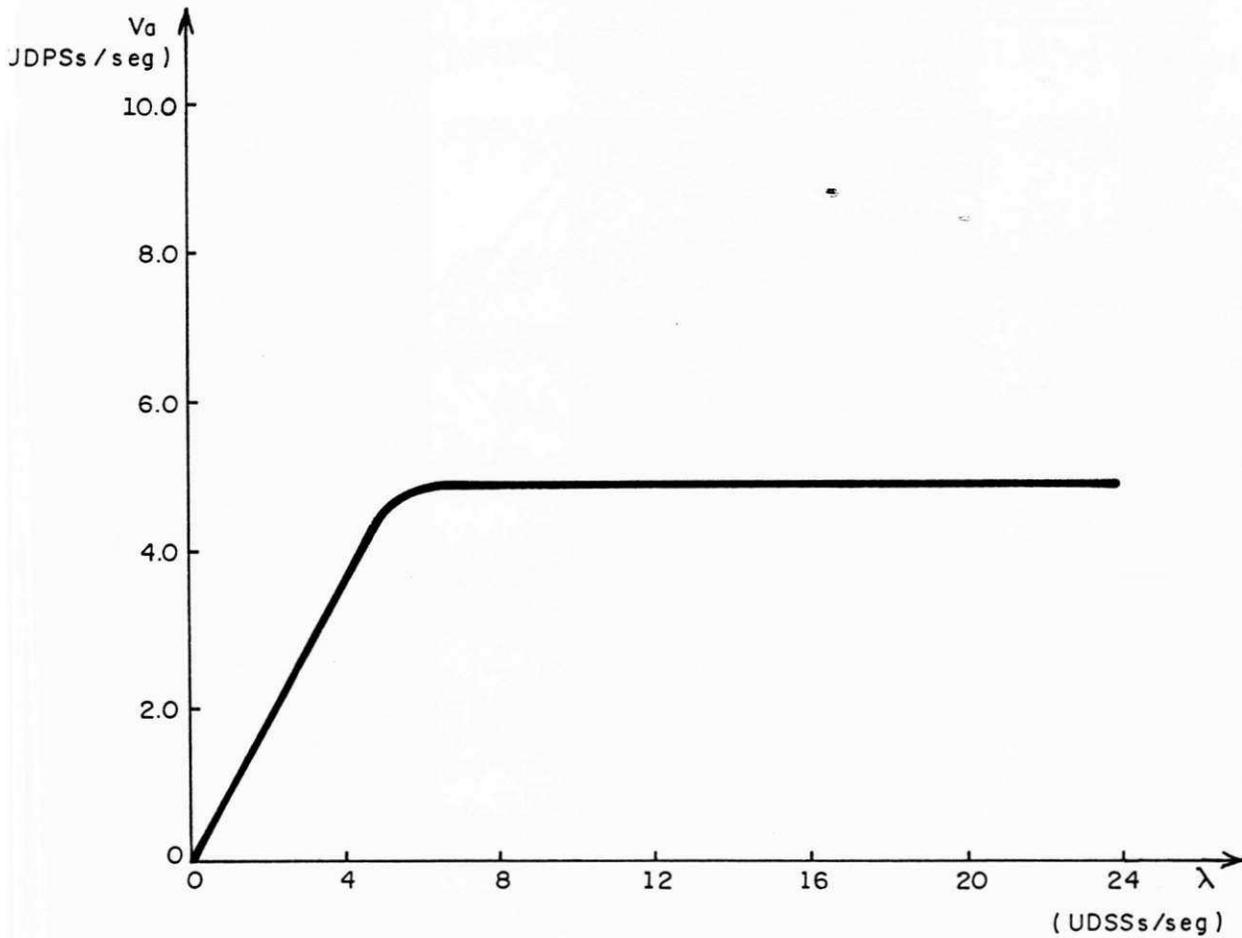


Figura 3.6: Vazão Média vs Taxa Média de Chegada para o Modelo Semi-Duplex com Geração Assíncrona de UDSSs.

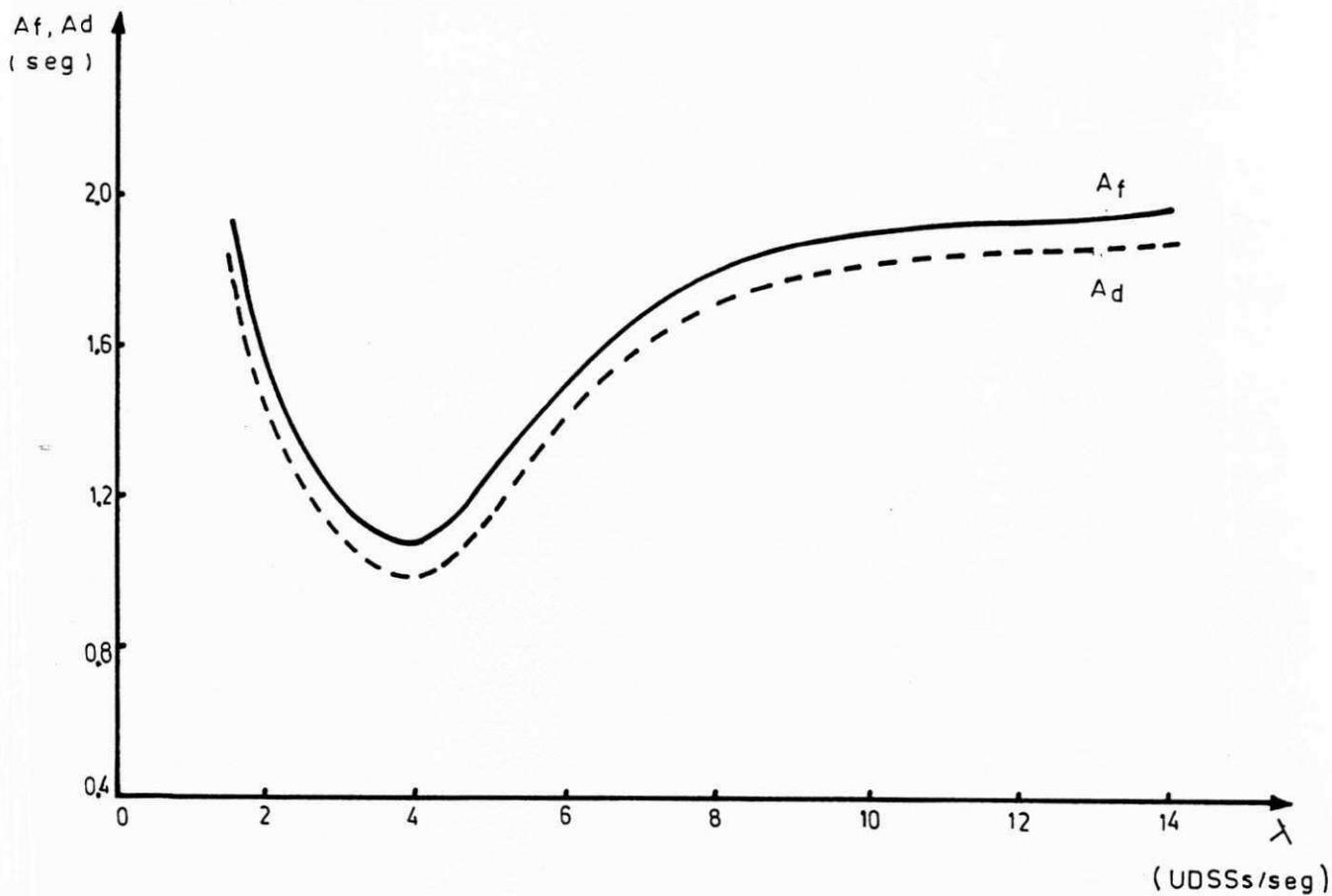


Figura 3.7: Atraso Médio de Admissão e Atraso Médio Fim-A-Fim vs Taxa Média de Chegada para o Modelo Semi-Duplex com Geração Assíncrona de UDSSs.

3.5 MODELO SEMI-DUPLEX COM GERAÇÃO ASSÍNCRONA E SÍNCRONA DE UDSSs

3.5.1 DESCRIÇÃO

O modelo semi-duplex com geração assíncrona e síncrona de UDSSs direcionado à aplicação transferência de arquivos, considera uma conexão de sessão com o serviço gerência de interação com modo de diálogo semi-duplex. Considera também, uma fonte assíncrona e uma fonte síncrona.

Nesse modelo, UDSSs chegam na entidade de sessão de referência com tempos de interchegadas distribuídos exponencialmente com média $1/\lambda$ segundos. Caso essa entidade de sessão não possua a ficha de dados, esta pode bloquear UDPSs até a recepção da ficha de dados que permite a liberação dessas unidades na conexão de sessão, conforme disciplina de liberação de UDPSs limitada. A capacidade de armazenamento de UDPSs na entidade de sessão de referência é limitada. Alcançado o limite máximo disponível, a fonte assíncrona cessa de gerar UDSSs na conexão de sessão.

Caso a entidade de sessão de referência possua a ficha de dados e não tenha UDPSs bloqueadas, esta mantém a ficha de dados e aguarda a recepção de uma UDSS que permitirá então, a liberação de uma UDPS com essa ficha à entidade de sessão par.

A entidade de sessão de referência transferindo UDPSs libera a ficha de dados juntamente com a última UDPS emitida. A entidade de sessão par, à medida que recebe UDPSs, entrega-as (como

UDSSs) ao usuário SS receptor. A entrega da última UDSS a esse usuário, ativa a fonte síncrona associada à entidade de sessão par, que fornece a esta entidade uma UDSS de resposta (e/ou reconhecimento). Essa UDSS juntamente com a ficha de dados, são enviadas pela conexão de sessão à entidade de sessão de referência.

Para o transporte de UDPSs na conexão de sessão, esta utiliza a conexão de transporte a ela atribuída. O tempo de transmissão de uma UDST na conexão de transporte é distribuído exponencialmente com média $1/\mu_1$ ou $1/\mu_2$ segundos, conforme esta conexão sirva à entidade de sessão de referência ou par, respectivamente.

Doravante, denomina-se a entidade de sessão de referência de lado assíncrono e a entidade de sessão par de lado síncrono.

A figura 3.8 apresenta o modelo semi-duplex com geração assíncrona e síncrona de UDSSs. Nesse modelo, λ representa a taxa média de chegada de UDSSs no lado assíncrono; FA representa a Fila de Admissão que armazena as UDPSs no lado assíncrono; EA representa o Escalonador de Admissão que controla a emissão de UDPSs na conexão de sessão, conforme disciplina de liberação limitada; FF representa a Fila da Ficha de Dados, que se apresenta vazia se o lado assíncrono não possui esta ficha, e apresenta comprimento igual a 1 (um), caso contrário; SR representa o Sistema de Resposta (ou fonte síncrona), que corresponde ao serviço oferecido pelo lado síncrono adicionado aos serviços oferecidos à aplicação considerada pelas camadas

superiores. Modelar-se SR por um servidor exponencial com taxa média de serviço UDSSs por segundo, e, finalmente, CT₁ e CT₂ representam as conexões de transporte simplex que servem às entidades de sessão de referência e par, com taxas médias de transmissão μ_1 e μ_2 UDSTs por segundo, respectivamente.

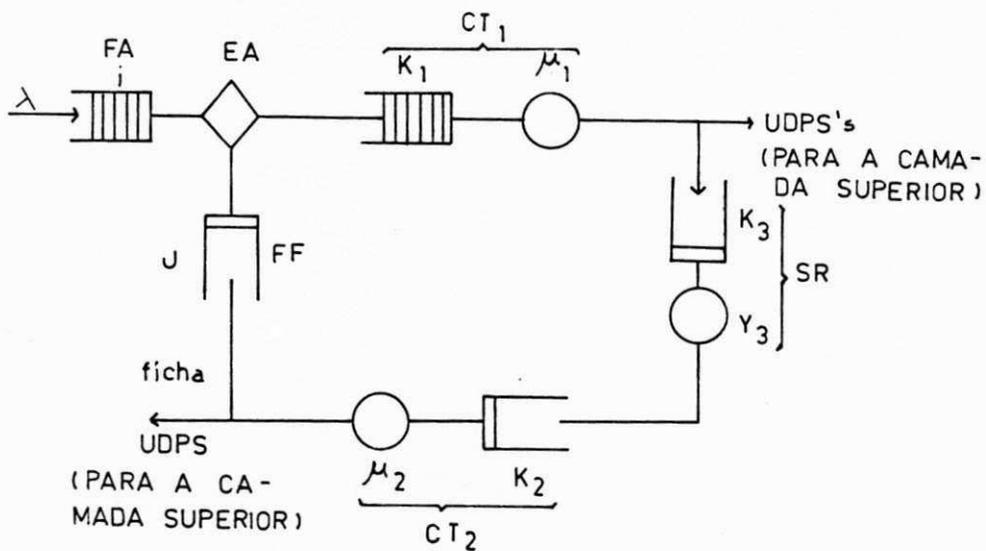


Figura 3.8: Modelo Semi-Duplex com Geração Assíncrona e Síncrona de UDSSs

3.5.2 SOLUÇÃO

Esse modelo consiste de redes de filas mistas, apresentando características que inviabilizam a procura de soluções exatas sem restrições do modelo. Essas características são: bloqueio de UDPSs em FA e chegadas em lote em CT₁.

Adota-se para esse modelo uma solução usando Cadeias de Markov, conforme exposto na subseção 3.4.2. O apêndice C apresenta os diagramas de estados necessários na composição da matriz de transição entre estados para este modelo.

Sendo N e W respectivamente o número máximo de UDPSs que FA pode armazenar e o número máximo de UDSTs que CT₁ pode armazenar, esse modelo apresenta $N \cdot (W + 2) + W + 3$ estados possíveis.

Seja $Pr(i, j, k_1, k_2, k_3)$ a probabilidade que esse modelo está no estado (i, j, k_1, k_2, k_3) , isto é, há i, j e k₃ UDPSs em FA, FF e SR, e k₁ e k₂ UDSTs em CT₁ e CT₂, respectivamente.

Os limites para as variáveis de estado são os seguintes:

$$0 \leq i \leq N$$

$$0 \leq j \leq 1$$

$$0 \leq k_1 \leq W$$

$$0 \leq k_2 \leq 1$$

$$0 \leq k_3 \leq 1$$

As seguintes restrições entre as variáveis de estados

existem:

$$i > 0 \rightarrow j = 0$$

$$j > 0 \rightarrow i = 0$$

$$j + k_2 + k_3 \leq 1$$

$$k_1 > 0 \rightarrow j = k_2 = k_3 = 0$$

$$k_2 > 0 \rightarrow j = k_1 = k_3 = 0$$

$$k_3 > 0 \rightarrow j = k_1 = k_2 = 0$$

Considerando os limites e as restrições acima mencionados, segue as equações necessárias à obtenção das medidas de desempenho de interesse para o presente modelo. Elas são: comprimento médio de FA (I_a), comprimento médio da fila de CT, vazão média de CT (V_a), atraso médio de admissão (A_d), atraso médio de transmissão de UDSs em CT (A_t) e, finalmente, atraso médio fim-a-fim (A_f).

$$I_a = \sum_{i=1}^N i \cdot \Pr[i, j, k_1, k_2, k_3], \text{ para}$$

$$j = 0: 1 \leq k_1 \leq W, k_2 = k_3 = 0;$$

$$j = 0: 1, k_1 = 0, k_2 = 1, k_3 = 0;$$

$$j = 0: 1, k_1 = 0, k_2 = 0, k_3 = 1;$$

$$I_c = \sum_{k_1=1}^W k_1 \cdot \Pr[i, j, k_1, k_2, k_3], \text{ para}$$

$$0 \leq i \leq N, j = 0, k_2 = k_3 = 0$$

$$V_a = (1 - \Pr[N]). \lambda \text{ para,}$$

$$i = N, j = 0, 1 \leq k_1 \leq W, k_2 = k_3 = 0;$$

$$i = N, j = 0, k_1 = 0, k_2 = 1, k_3 = 0;$$

$$i = N, j = 0, k_1 = 0, k_2 = 0, k_3 = 1;$$

$$i = N, j = 0, k_1 = 0, k_2 = 0, k_3 = 1;$$

$$A_d = I_a / V_a$$

$$A_t = I_c / V_a$$

$$A_f = A_d + A_t$$

3.5.3 EXEMPLO NUMÉRICO

Considera-se uma conexão de sessão com modo de diálogo semi-duplex com uma fonte assíncrona e uma fonte síncrona. A taxa média de geração da fonte síncrona é de 20 UDSSs por segundo. A capacidade de armazenamento na entidade de sessão de referência é de 6 UDPSs. Adota-se a disciplina de liberação de UDPSs do tipo limitada. A taxa média de transmissão de UDSTs na conexão de transporte que serve a essa conexão de sessão é de 10 UDSTs por segundo. A conexão de transporte tem capacidade de armazenamento igual a quantidade de UDPSs liberadas conforme a disciplina de liberação de UDPSs mencionada.

Para esse exemplo, tem-se: $N = 6$ UDPSs, $\mu_1 = \mu_2 = 10$ UDSTs por segundos e $\mu_3 = 20$ UDSSs por segundos. Considera-se a disciplina de liberação de UDPSs limitada com $W = 1,2$ e 6 UDPSs (UDSTs).

Usando a solução apresentada na subsecção 3.5.2, esse exemplo apresenta 22, 29 e 57 estados, respectivamente para os valores de W iguais a 1, 2 e 6 UDPSs.

A figura 3.9 apresenta as medidas atraso médio de admissão e atraso médio fim-a-fim em função da taxa média de chegada de UDSSs ao lado assíncrono. A figura 3.10 apresenta a medida vazão média em função da referida taxa.

Analisando a figura 3.9 observa-se que quando W aumenta, as medidas atraso médio de admissão e atraso médio fim-a-fim diminuem. Essa última medida diminui porque a participação da medida atraso médio de admissão é mais significativa que a participação da medida tempo médio de transmissão de UDSTs em CT, que aumenta com W .

1

A figura 3.11 apresenta a participação da medida atraso médio de admissão na medida atraso médio fim-a-fim, para $W = 1$ e $W = 6$ (disciplinas de liberação de UDPSs não exaustiva e comutada, respectivamente), em função da taxa média de chegada de UDSSs ao lado assíncrono. Conforme mostra essa figura, a participação da medida atraso médio de transmissão na conexão de transporte é igual a diferença entre a participação total dessas medidas e a participação da medida atraso médio de admissão.

Na figura 3.10, para uma mesma taxa média de chegada de UDSSs, por exemplo, 42 UDSSs por segundo, a participação da medida atraso médio de admissão é de 93,0% e de 65,5%, respectivamente para $W = 1$ e $W = 6$. Observa-se também que a participação da medida atraso médio de admissão, para uma taxa média de chegada de referência, é menor conforme o valor de W seja maior.

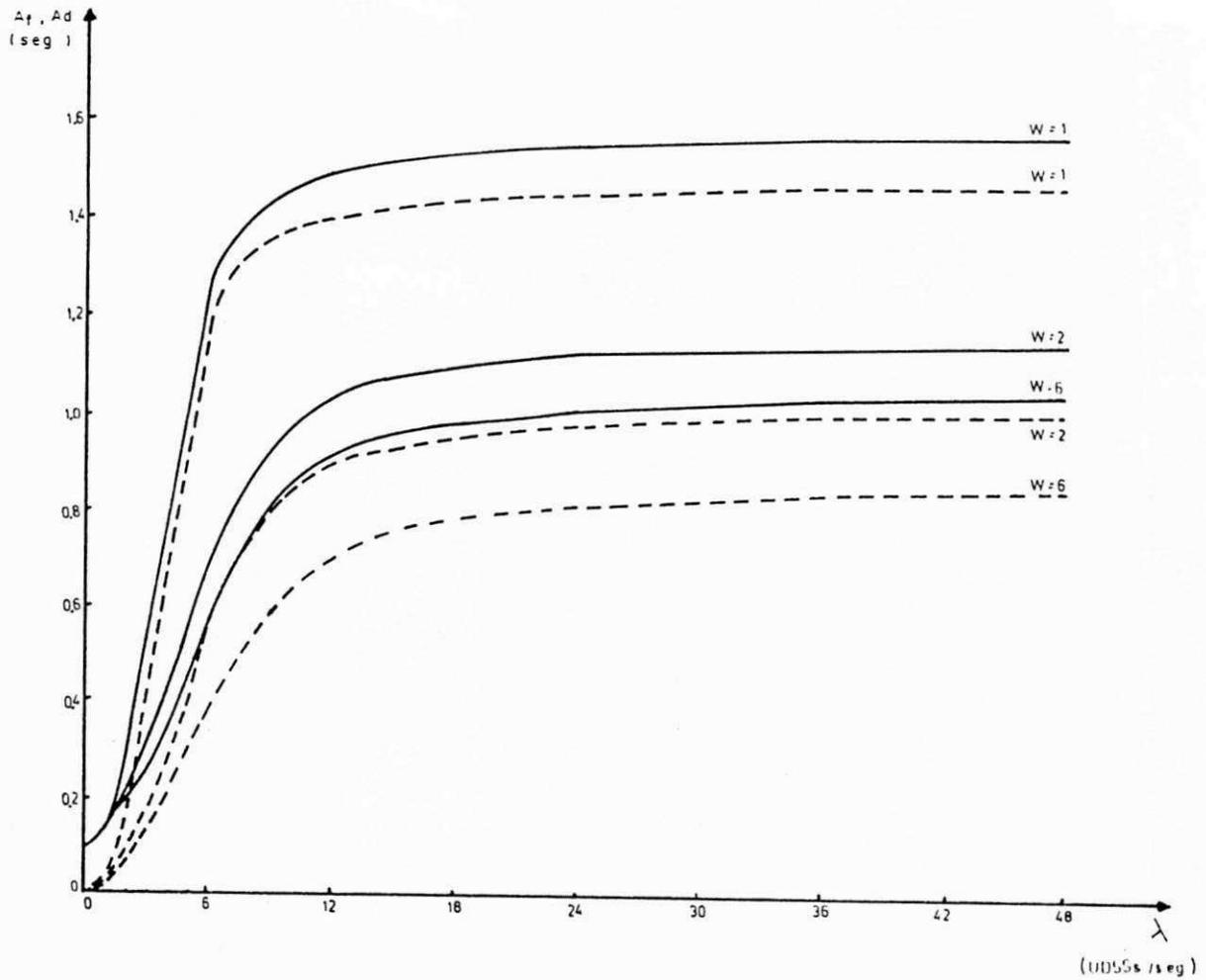


Figura 3.9: Atraso Médio de Admissão e Atraso Médio Fim-A-Fim vs Taxa Média de Chegada para o Modelo Semi-Duplex com Geração Assíncrona e Síncrona de UDSSs.

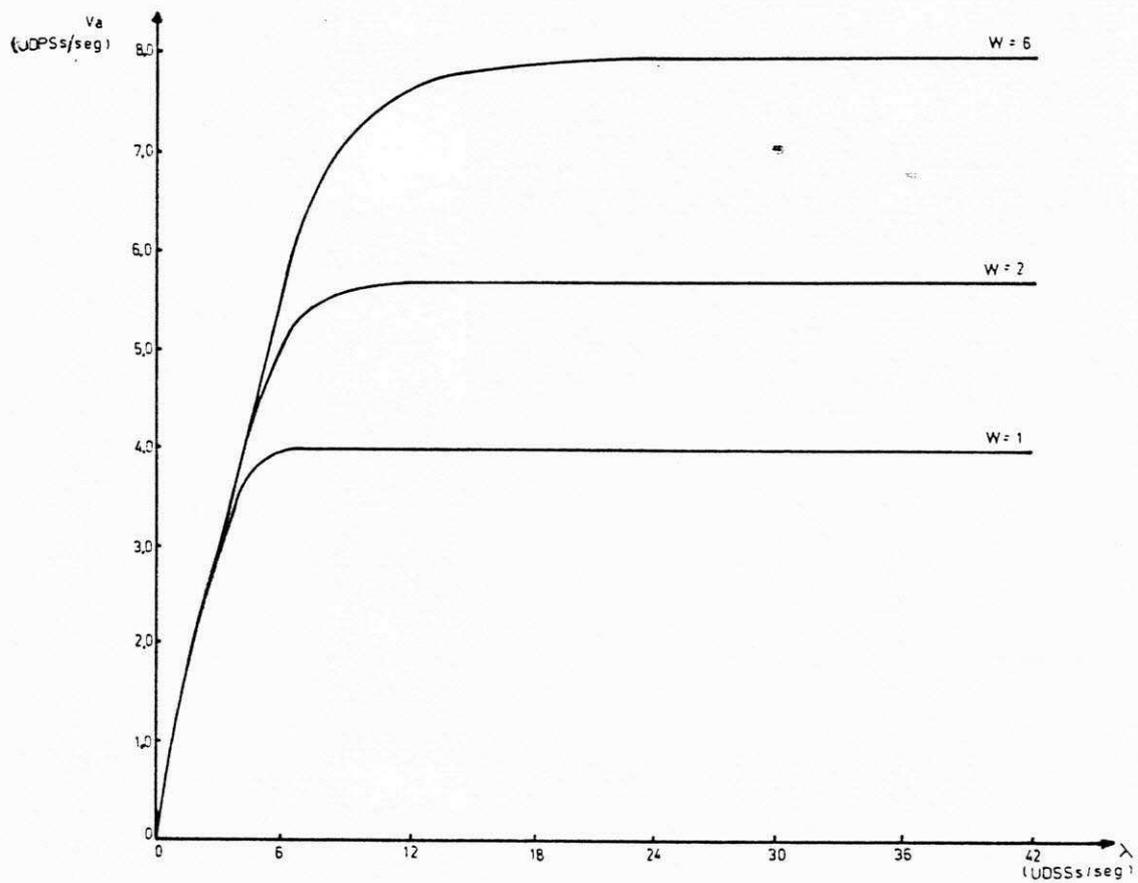


Figura 3.10: Vazão Média vs Taxa Média de Chegada para o Modelo Semi-Duplex com Geração Assíncrona e Síncrona de UDSSs.

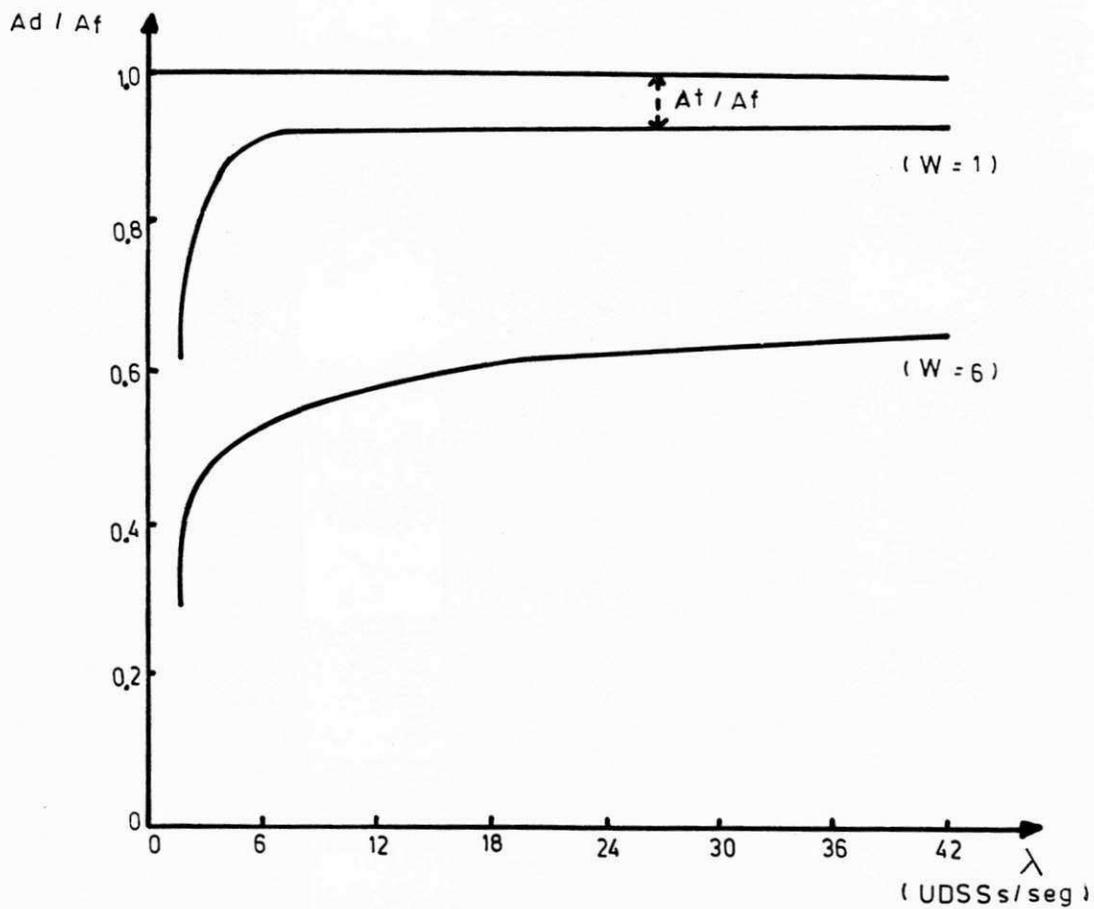


Figura 3.11: Participação do Atraso Médio de Admissão no Atraso Médio Fim-A-Fim para o Modelo Semi-duplex com Geração Assíncrona e Síncrona de UDSSs.

3.6 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Apresenta-se a seguir, algumas considerações pertinentes ao fechamento deste capítulo.

Este capítulo apresenta a modelagem do protocolo de sessão com uma configuração mínima de serviços. Considera o modelo de uma conexão de sessão na fase de transferência de dados com o serviço gerência de interação com os modos de diálogos duplex e semi-duplex.

O protocolo de sessão na fase de transferência de dados com modo de diálogo duplex, não introduz atraso de UDSSs na camada de sessão. O modelo duplex, apresentado na seção 3.4, conforme esperado, apresenta o atraso médio fim-a-fim da conexão de sessão igual ao atraso médio de transmissão na conexão de transporte.

O modelo duplex, por outro lado, pode representar uma situação particular da exclusão da camada de sessão na modelagem das camadas mais altas da arquitetura de uma rede de computadores. Nesse caso, a camada superior à camada de sessão, requisita à camada inferior apenas o serviço transferência de dados sem controle de diálogo. Como esse serviço é fornecido pela camada de transporte, fica então a camada de sessão sem participação efetiva, podendo ser dispensada na modelagem dessa rede.

O modelo duplex é um modelo de referência importante na comparação com outros modelos apresentados nesta tese (ver subseção 4.4.3).

O protocolo de sessão na fase de transferência de dados com modo de diálogo semi-duplex, introduz atraso de UDSSs na camada de sessão. Conforme modelos apresentados neste capítulo, esse atraso médio, denominado atraso médio de admissão é uma parcela significativa na medida atraso médio fim-a-fim do protocolo de sessão. Nesses modelos, investiga-se a participação da medida atraso médio de admissão na medida atraso médio fim-a-fim.

Os modelos com modo de diálogo semi-duplex, apresentam a disciplina de liberação de UDPSs como um parâmetro essencial à análise do desempenho desses modelos. Considera-se a disciplina limitada que engloba dois casos particulares: a disciplina não exaustiva e a disciplina comutada.

O modelo semi-duplex com geração assíncrona de UDSSs representa uma situação particular onde não há sincronismo na geração de UDSSs na camada de sessão. Observa-se para esse modelo, com a disciplina não exaustiva, a participação da medida de desempenho atraso médio de admissão como majoritária na medida atraso médio fim-a-fim. Nesse modelo, a medida atraso médio de admissão apresenta um comportamento atípico. Esse comportamento deve-se ao bloqueio da ficha de dados, que chegando a uma entidade de sessão sem UDPSs bloqueadas, deve aguardar a chegada de uma UDSS para que ambas sejam enviadas à entidade de sessão par.

O modelo semi-duplex com geração assíncrona e síncrona de UDSSs, utiliza a disciplina do tipo limitada que permite avaliar seu desempenho em função do valor atribuído ao número máximo de

UDPSs que podem ser liberadas quando uma entidade de sessão recebe a ficha de dados.

Conforme exemplos apresentados para os modelos com diálogo semi-duplex, mostra-se que a participação do atraso médio de admissão pode assumir percentuais consideráveis na medida atraso médio fim-a-fim, como por exemplo, nos exemplos numéricos apresentados nas subseções 3.4.3 e 3.5.3, para uma mesma taxa média de referência (42 UDSSs por segundo), tem-se 95,0 % para o modelo com geração assíncrona de UDSSs (maior participação), e 65,5 % para o modelo geração assíncrona e síncrona de UDSSs com disciplina de liberação de UDPSs comutada (menor participação).

Finalmente, pode-se concluir, que a participação da camada de sessão com a configuração mínima de serviços mencionada, na modelagem de uma rede de computadores, somente é relevante quando o modo de diálogo é semi-duplex. Nesse caso, a camada de sessão introduz a medida de desempenho atraso médio de admissão, como significativa na análise de desempenho da rede considerada.

CAPITULO 4

MODELAGEM DO SERVIÇO QUARENTENA DE DADOS

Uma configuração mínima de serviços de sessão com o serviço quarentena de dados resulta na participação conjunta deste serviço com a configuração mínima de serviços mencionada no capítulo 3, isto é, os serviços estabelecimento/encerramento de conexão de sessão, transferência de dados normais e gerência de interação, com um dos modos de diálogos duplex ou semi-duplex.

Na fase de transferência de dados de uma conexão de sessão, usuários SS pares solicitam os serviços gerência de interação e quarentena de dados à camada de sessão. Esses serviços podem bloquear UDSSs introduzindo atrasos na troca dessas unidades entre usuários SS pares. Os atrasos médios introduzidos por esses serviços, respectivamente atraso médio de admissão e atraso médio de quarentena de dados, são medidas de desempenho que participam da medida atraso médio fim-a-fim do protocolo de sessão.

O objetivo deste capítulo é modelar o protocolo de sessão com uma configuração de serviços envolvendo o serviço gerência de interação com os modos de diálogos duplex e semi-duplex, e o serviço quarentena de dados com as opções local e remota.

Adota-se como modelo básico, o modelo de uma conexão de sessão na fase de transferência de dados, conforme modelo apresentado no capítulo 2. Considera-se como aplicação de referência o serviço telecompras.

O interesse maior neste capítulo é investigar a participação das medidas de desempenho atraso médio de admissão e atraso médio de quarentena na medida atraso médio fim-a-fim da conexão de sessão, como também, investigar os efeitos da participação conjunta dos serviços gerência de interação e quarentena de dados nas medidas referenciadas.

As seções que seguem apresentam o serviço quarentena de dados e os modelos resultantes da combinação dos modos de diálogos duplex e semi-duplex com as opções quarentena de dados local e remota. Para cada modelo referenciado, analisa-se o seu desempenho, e apresenta-se as conclusões mais relevantes das análises efetuadas.

4.1 O SERVIÇO QUARENTENA DE DADOS

O serviço quarentena de dados permite aos usuários SS pares, submeterem UQDs de comprimento variável que podem ser armazenadas na camada de sessão e fornecidas como um bloco de dados único ao usuário SS receptor. Esse serviço, proposto pelo NBS, é uma extensão do serviço sincronização de sessão da ISO, direcionado ao atendimento de aplicações que envolvem atomicidade transacional. Um exemplo típico desse tipo de aplicação é o

serviço telecompras, conforme exemplificado no capítulo 1.

O comprimento de uma UQD pode variar durante a troca de dados entre usuários SS pares. Esse comprimento deve respeitar o limite de comprimento máximo negociado entre os usuários SS pares, durante a fase de estabelecimento da conexão da sessão. O usuário SS emissor indica o início e o fim de uma UQD.

Conforme as UQDs sejam compostas na entidade de sessão de referência ou par (associada ao usuário emissor ou receptor, respectivamente), tem-se quarentena de dados local ou quarentena de dados remota.

O tempo médio necessário à composição de UQDs, seja na quarentena local (recebimento de UDSSs), ou na quarentena remota (recebimento de UDPSSs), denominado atraso médio de quarentena, é uma medida de desempenho a ser considerada na medida atraso médio fim-a-fim da conexão de sessão.

A seção que segue apresenta o modelo de uma conexão de sessão com o serviço quarentena de dados com as opções local e remota.

4.2 MODELO DE UMA CONEXÃO DE SESSÃO COM O SERVIÇO QUARENTENA DE DADOS

Considera-se como modelo básico o modelo de uma conexão de sessão na fase de transferência de dados com o serviço gerência de interação, com os modos de diálogos duplex e semi-duplex, e o

serviço quarentena de dados com as opções local e remota.

Os modelos resultantes da participação conjunta desses serviços, combinam os modos de diálogos duplex e semi-duplex, e as opções de quarentena de dados, local e remota. Esses modelos, direcionados à aplicação serviço telecompras, recebem as seguintes denominações:

- a) Modelo quarentena local duplex;
- b) Modelo quarentena remota duplex;
- c) Modelo quarentena local semi-duplex; e,
- d) Modelo quarentena remota semi-duplex.

O comprimento de uma UQD é um parâmetro fundamental na análise desses modelos. Conforme mencionado na seção anterior, o usuário SS emissor indica o início e o fim de uma UQD. Contudo, assume-se nos modelos referenciados, que uma UQD corresponde a um número fixo de UDPSs.

Os efeitos da participação conjunta dos serviços gerência de interação e quarentena de dados estão presentes nos modelos com modo de diálogos semi-duplex, no que se refere à disciplina de liberação de UDPSs à conexão de sessão. Nesse caso, a disciplina limitada apresentada no capítulo 3, deve ser redefinida considerando essa participação. A disciplina limitada corresponde então, a liberação de até uma quantidade limitada de UDPSs que se encontra bloqueada na chegada da ficha de dados, desde que esta quantidade componha uma ou mais UQDs.

A restrição da quantidade de UDPSs liberadas como dependente

do comprimento de uma UQD, naturalmente, estende-se aos casos particulares das disciplinas não exaustiva e comutada. No primeiro caso, corresponde a liberação de UDPSs que compõem uma UQD, e no segundo caso corresponde à liberação das UDPSs que compõem todas as UQDs bloqueadas até a recepção da ficha de dados. Essa restrição implica também que, na recepção da ficha de dados em uma entidade de sessão que não possui uma UQD bloqueada, a ficha de dados espera receber o número necessário de UDSSs à composição desta UQD, para que a entidade de sessão possa liberar as UDPSs a ela associadas.

As seções que seguem apresentam para cada modelo mencionado, sua descrição, a solução adotada e um exemplo numérico, que permite avaliar o seu desempenho e investigar a participação das medidas de desempenho atraso médio de admissão e atraso médio de quarentena na medida atraso médio fim-a-fim da conexão de sessão. Investigam também, os efeitos da participação conjunta dos serviços gerência de interação e quarentena de dados no desempenho desses modelos.

4.3 MODELO QUARENTENA LOCAL DUPLEX

4.3.1 DESCRIÇÃO

O modelo quarentena local duplex considera uma conexão de sessão na fase de transferência de dados com os serviços gerência de interação com modo de diálogo duplex, e quarentena de dados

com a opção local.

Nesse modelo, UDSSs chegam na entidade de sessão de referência com tempos de interchegadas distribuídos exponencialmente com média $1/\lambda$ segundos. UDSSs são quarentenadas (como UDPSSs) até a composição de uma UQD, quando então podem ser liberadas e enviadas pela conexão de sessão à entidade de sessão par. UDPSSs que chegam à entidade de sessão par são entregues (como UDSSs) ao usuário SS receptor.

Não há controle de diálogo na camada de sessão. O serviço gerência de interação não introduz bloqueio de UDSSs nessa camada.

Para o transporte das UDPSSs de uma UQD, a conexão de sessão utiliza a conexão de transporte a ela atribuída. A capacidade de armazenamento de UDSTs na conexão de transporte é limitada. A conexão de transporte somente recebe UDSTs se há espaço de armazenamento suficiente para todas as UDSTs associadas às UDPSSs de uma UQD. Nesse caso, UDSTs chegam em lotes iguais ao comprimento de uma UQD. Não havendo espaço de armazenamento suficiente na conexão de transporte, UQDs podem ficar bloqueadas na entidade de sessão de referência, enquanto aguardam a liberação do referido espaço. A capacidade de armazenamento de UDSTs na conexão de transporte deve ser igual ou maior que o comprimento de uma UQD. O tempo de transmissão de uma UDST na conexão de transporte tem distribuição exponencial com média $1/\mu$ segundos.

A limitação de espaço de armazenamento de UDSTs na conexão

de transporte, pode causar bloqueio de UQDs na entidade de sessão de referência. O tempo médio desse bloqueio, denominado atraso médio de admissão, juntamente com o atraso médio de quarentena, são medidas de desempenho a serem investigadas na análise do presente modelo.

A possibilidade de bloqueio de UQDs na entidade de sessão de referência, faz com que mais de uma destas unidades possam estar armazenadas nesta entidade. Dessa forma, essa entidade pode utilizar capacidade de armazenamento de UDPSs superior ao comprimento de uma UQD. Considera-se capacidade finita de armazenamento de UDPSs na entidade de sessão de referência, igual ou maior que o comprimento de uma UQD.

O modelo quarentena local duplex resume-se a uma fonte assíncrona, uma conexão de transporte simplex, que fornece o serviço de transporte à conexão de sessão, e os serviços integrados gerência de interação com a opção duplex, e o serviço quarentena de dados com a opção local.

A figura 4.1 apresenta esse modelo. Nessa figura, representa a taxa média de chegada de UDSSs na entidade de sessão de referência; FQ representa a Fila de Quarentena que armazena UDPSs em quarentena na entidade de sessão de referência; CQ representa o controlador de Quarentena, que controla a emissão de UDPSs de uma UQD (como UDSTs) à conexão de transporte simplex, finalmente, CT representa essa conexão com taxa média de transmissão μ UDSTs por segundo.

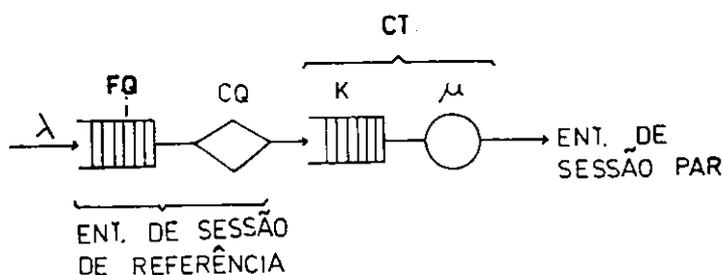


Figura 4.1: Modelo Quarentena Local Duplex.

4.3.2 SOLUÇÃO

Esse modelo pertence a categoria de redes de filas abertas. Modelos de redes filas abertas podem ser solucionados exatamente se possuírem forma de produto [17]. O presente modelo não tem forma de produto uma vez que apresenta bloqueio de UDPSS em FQ e chegadas em lote em CT.

Adota-se para esse modelo, uma solução usando Cadeias de Markov, conforme considerações apresentadas na subseção 3.4.2. O apêndice C apresenta os diagramas de estados necessários à composição da matriz de transição entre estados para este modelo.

Sendo K , M e N , respectivamente, o comprimento de uma UQD, o comprimento de FQ e o comprimento máximo da fila de CT, o presente no modelo apresenta $K \cdot (M + N - K + 2)$ estados possíveis.

Seja $Pr(i, k)$ a probabilidade que o modelo está no estado (i, k) , isto é, há i UDPSS em FQ e k UDSTs em CT.

Considera-se os seguintes limites para as variáveis de estados referenciadas:

$$0 \leq i \leq N$$

$$0 \leq k \leq W$$

As seguintes restrições entre os limites superiores das variáveis de estados e K existem:

$$N \geq K$$

$$W \geq K$$

Considerando os limites e as restrições acima mencionados, segue as equações necessárias à obtenção das medidas de desempenho de interesse para o presente modelo. Elas são: comprimento médio de FQ (l_a), comprimento médio da fila de CT (l_c), vazão média (V_a), atraso médio de admissão adicionado ao atraso médio de quarentena ($A_d + A_q$), atraso médio de transmissão de UDSTs em CT (A_t), e, finalmente, atraso médio fim-a-fim (A_f).

$$l_a = \sum_i i \cdot Pr[i, k], \text{ para } 1 \leq i \leq N \text{ e } 0 \leq k \leq W$$

$$l_c = \sum_K k \cdot Pr[i, k], \text{ para } 1 \leq k \leq W \text{ e } 0 \leq i \leq N$$

$$V_a = (1 - Pr[i, k]) \cdot \lambda, \text{ para } i = M \text{ e } 1 \leq K \leq W$$

$$A_d + A_q = l_a / V_a$$

$$A_t = l_c / V_a$$

$$A_f = A_d + A_q + A_t$$

4.3.3 EXEMPLO NUMÉRICO

Considera-se uma conexão de sessão com modo de diálogo duplex e quarentena local, apresentando uma fonte assíncrona. A capacidade de armazenamento na entidade de sessão de referência é de 6 UDPSs. A taxa média de transmissão na conexão de transporte atribuída a essa conexão de sessão é de 10 UDSTs por segundo. A conexão de transporte tem capacidade de armazenamento para 6 UDSTs.

Para esse exemplo tem-se: $N = 6$ UDPSs, $W = 6$ UDSTs, $\mu = 10$ UDSTs por segundo, e $K = 1, 2, \dots, 6$ (UDPSs).

A figura 4.2 apresenta a medida de desempenho vazão média em função da taxa média de chegada de UDSSs. A figura 4.3 apresenta a medida atraso médio de admissão adicionada a medida atraso médio de quarentena em função da taxa média de chegada de UDSSs. A figura 4.4 apresenta a medida atraso médio fim-a-fim em função da referida taxa. Finalmente, a figura 4.5 mostra a participação conjunta das medidas atraso médio de admissão e atraso médio de quarentena na medida atraso médio fim-a-fim em função da taxa média de chegada de UDSSs. Conforme mostra essa figura, pode-se obter a participação da medida atraso médio de transmissão na conexão de transporte, subtraindo da participação total dessas medidas, a participação das demais medidas referenciadas.

Na figura 4.2, observa-se que as vazões médias que alcançam seus pontos de saturação para os valores menores da taxa média de chegada de UDSSs são aquelas que correspondem aos valores

menores de K .

A figura 4.3, mostra para $K = 1$, que as medidas atraso médio de admissão e atraso médio de quarentena apresentam um comportamento típico, aumentando com a taxa média de chegada de UDSSs. Para $K > 1$, esta medida apresenta inicialmente um comportamento atípico, sendo muito significuliva para os valores menores da taxa média de chegada de UDSSs e decrescendo com o crescimento desta taxa até um valor limite. A partir desse valor, volta a assumir o comportamento típico mencionado, tendendo a um valor de saturação.

O comportamento atípico apresentado para as medidas atraso médio de admissão e atraso médio de quarentena, deve-se a participação da medida atraso médio de quarentena, onde, para valores pequenos da taxa média de chegada de UDSSs, apresenta atraso maior na composição de UQDs. O comportamento típico para $K = 1$ era esperado, uma vez que este valor caracteriza uma situação particular onde não ocorre atraso de quarentena na camada de sessão.

A figura 4.3 mostra para taxas médias de chegada de UDSSs acima dos valores limites da medida atraso médio de admissão, para cada valor de K , esta medida apresenta valores menores conforme os valores atribuídos a K sejam maiores. Esse comportamento também se verifica na medida atraso médio de transmissão da conexão de transporte, e, conseqüentemente na medida atraso médio fim-a-fim da conexão de sessão.

Na figura 4.5, a curva para $K = 1$ representa o caso

particular da participação isolada da medida atraso médio de admissão na medida atraso médio fim-a-fim. As demais curvas, apresentam a participação conjunta das medidas atraso médio de admissão e atraso médio de quarentena na medida atraso médio fim-a-fim. Essa participação é maior, quanto maior é o valor atribuído a K.

O modelo quarentena local duplex apresenta as medidas atraso médio de admissão e atraso médio de quarentena como parcelas significativas da medida atraso médio fim-a-fim. No exemplo numérico considerado, observa-se para uma taxa média de chegada de UDSSs de referência, por exemplo, igual a 42 UDSSs por segundo, que essa participação é de 48,0 % para $K = 1$ (menor participação), e 60,0 % para $K = 6$ (maior participação).

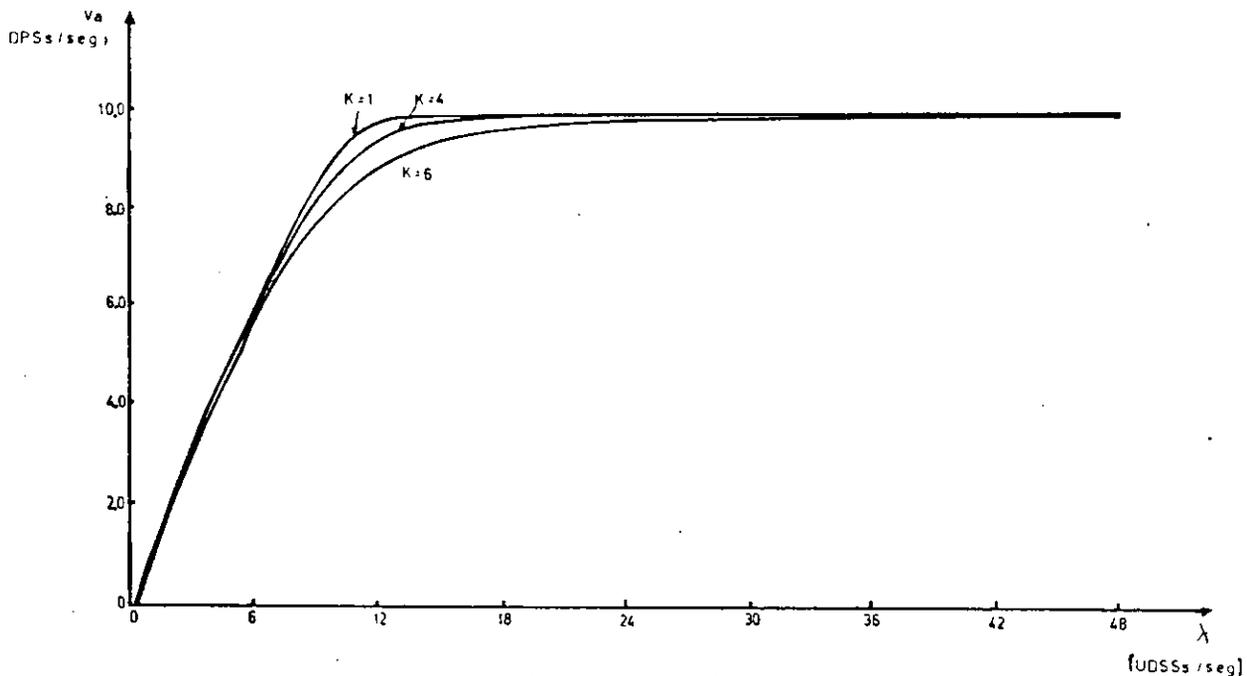


Figura 4.2: Vazão Média vs Taxa Média de Chegada de UDSSs para o Modelo Quarentena Local Duplex.

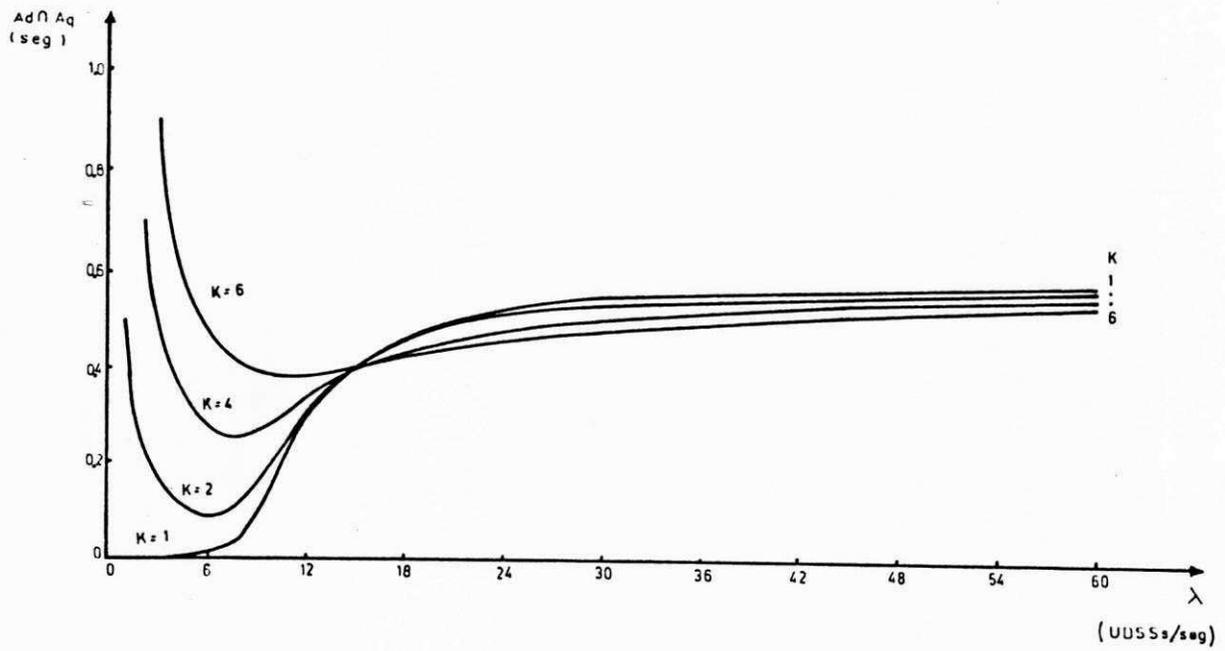


Figura 4.3: Atraso Médio de Admissão e Atraso Médio de Quarentena vs Taxa Média de Chegada para o Modelo Quarentena Local Duplex.

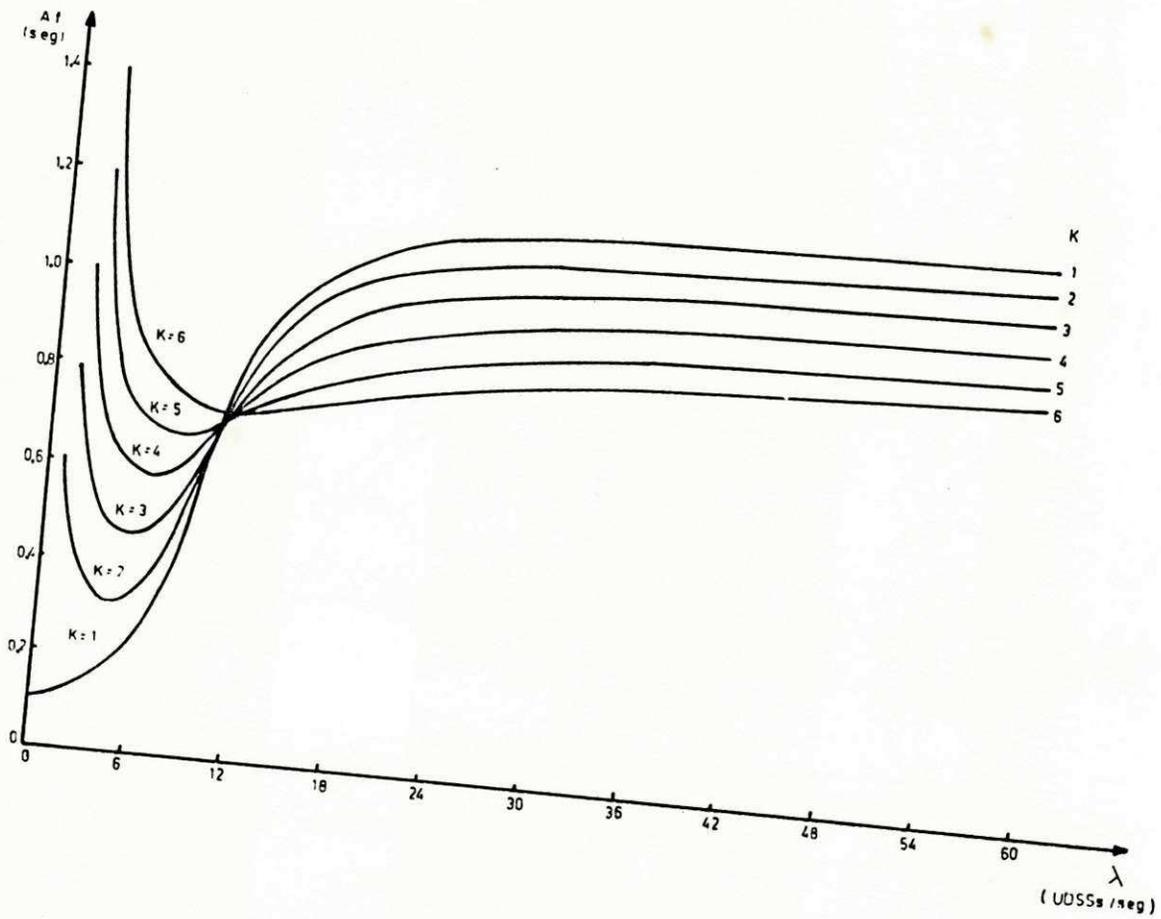


Figura 4.4: Atraso Médio Fim-A-Fim vs Taxa Média de Chegada Duplex para o Modelo Quarentena Local

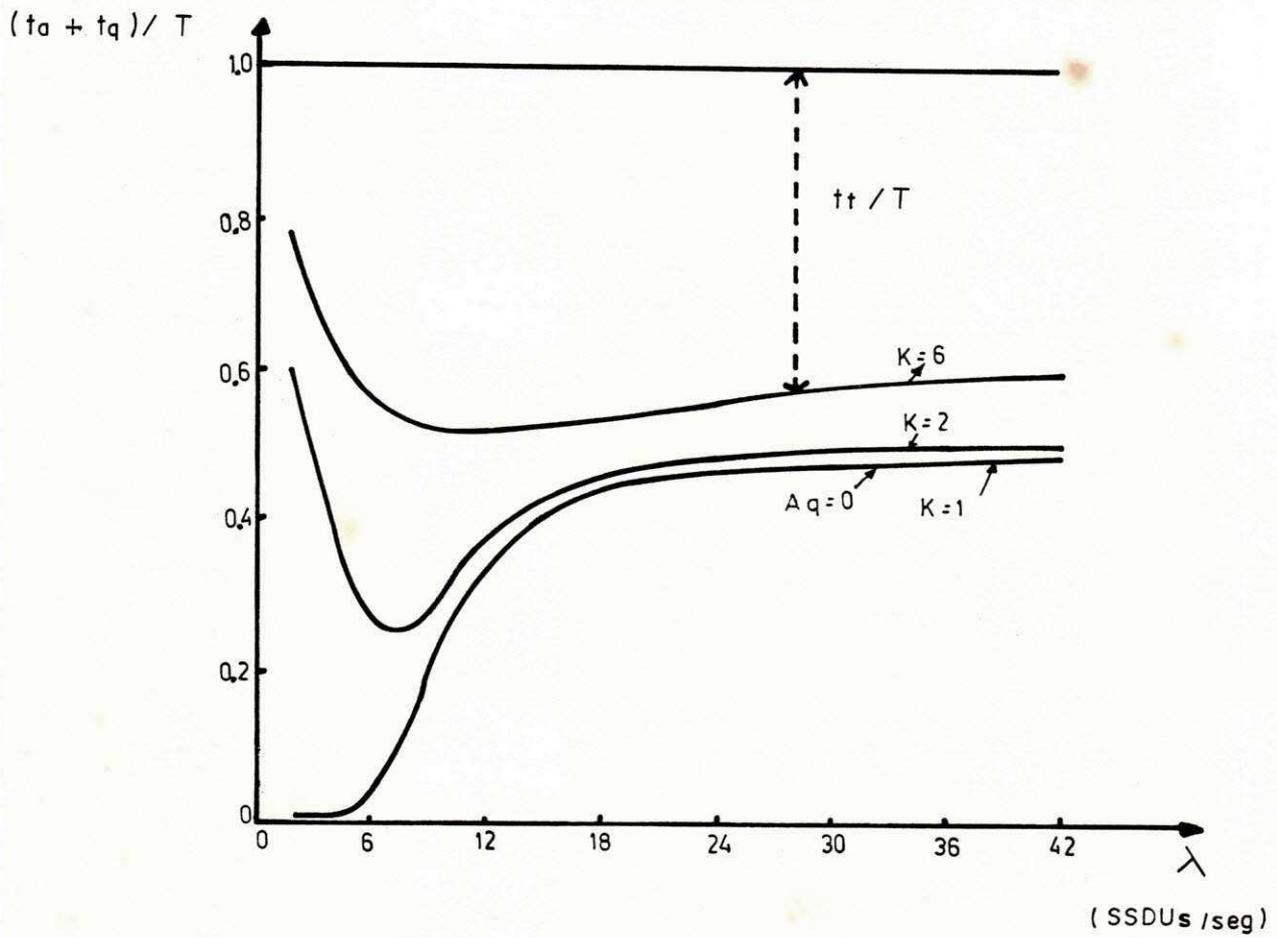


Figura 4.5: Participação Conjunta das Medidas Atraso Médio de Admissão e Atraso Médio de Quarentena na Medida atraso Médio Fim-A-Fim.

4.4 MODELO QUARENTENA REMOTA DUPLEX

4.4.1 DESCRIÇÃO

O modelo quarentena remota duplex considera uma conexão de sessão na fase de transferência de dados, com os serviços gerência de interação com o modo de diálogo duplex, e quarentena de dados, com a opção remota. Nesse modelo, UDSSs chegam na entidade de sessão de referência com tempos de interchegadas distribuído exponencialmente com média $1/\lambda$ segundos. Não há bloqueio de UDSSs na entidade de sessão de referência. Essas unidades são entregues à conexão de transporte (como UDSTs) para serem transmitidas à entidade de sessão par. Nessa entidade, são quarentenadas (compõem uma UQD), e entregues ao usuário SS receptor. A capacidade de armazenamento de UDPSs na entidade de sessão par é igual ao comprimento de uma UQD.

A capacidade de armazenamento de UDSTs na conexão de transporte é limitada. Alcançado esse limite, cessa a geração de UDSSs na entidade de sessão de referência, e, conseqüentemente, a chegada de UDSTs na conexão de transporte. O tempo de transmissão de uma UDST na conexão de transporte tem distribuição exponencial com média $1/\mu$ segundos.

O modelo quarentena remota duplex resume-se a uma fonte assíncrona, uma conexão de transporte simplex, que fornece o serviço de transporte à conexão de sessão, e os serviços gerência de interação com o modo de diálogo duplex, e quarentena de dados

com a opção remota.

A figura 4.6 mostra o presente modelo. Nessa figura, λ representa a taxa média de chegada de UDSTs na conexão de transporte (associada a fonte assíncrona); CT representa a conexão de transporte simplex que serve à conexão de sessão, com taxa média de transmissão UDSTs por segundo; FQ representa a Fila de Quarentena que armazena as UDPSS em quarentena na entidade de sessão par, e, finalmente, CQ representa o Controlador de Quarentena que controla a emissão de UDSSs, associadas às UQDs, ao usuário SS receptor, à medida que essas unidades são compostas.

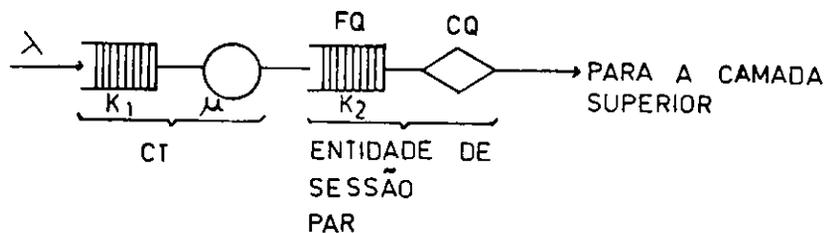


Figura 4.6: Modelo Quarentena Remota Duplex.

4.4.2 SOLUÇÃO

Esse modelo pertence a categoria de redes de filas abertas, apresentando bloqueio de UDPSS em FQ. Adota-se como solução a utilização de Cadeias de Markov, conforme considerações expostas na subseção 4.3.2. O apêndice C apresenta os diagramas de

estados necessários na composição da matriz de transição entre estados para este modelo.

Seja K , W e N , respectivamente, o comprimento de uma UQD, o comprimento de GT e o comprimento de FQ no modelo considerado. Esse modelo apresenta $K \cdot (N + 1)$ estados possíveis.

Seja $Pr[k_1, k_2]$ a probabilidade que o modelo está no estado (k_1, k_2) , isto é, há k_1 UDSTs em GT e k_2 UDPSs em FQ.

Considera-se os seguintes limites para as variáveis de estado referenciadas:

$$0 \leq k_1 \leq W$$

$$0 \leq k_2 \leq N$$

A seguinte restrição entre N e k existe:

$$N \geq K$$

Considerando os limites e as restrições acima mencionados, segue as equações necessárias à obtenção das medidas de desempenho de interesse para o presente modelo. Elas são: comprimento médio da fila de GT (l_c), comprimento médio de FQ (l_q), vazão média (V_a), atraso médio de transmissão de UDSTs em GT (A_t) e, finalmente, atraso médio fim-a-fim (A_f).

$$l_c = \sum_{k_1=1}^K k_1 \cdot Pr[k_1, k_2], \text{ para } 1 \leq k_1 \leq W \text{ e } 1 \leq k_2 \leq N$$

$$l_q = \sum_{k_2=2}^N k_2 \cdot Pr[k_1, k_2], \text{ para } 1 \leq k_1 \leq N \text{ e } 1 \leq k_2 \leq N$$

$$V_a = (1 - Pr[k_1, k_2]) \cdot \lambda, \text{ para } k_1 = N \text{ e } 1 \leq k_2 \leq N$$

$$A_t = I_c / V_a$$

$$A_q = I_q / V_a$$

$$A_f = A_t + A_q$$

4.4.3 EXEMPLO NUMÉRICO

Considera-se uma conexão de sessão com modo de diálogo duplex e quarentena remota apresentando uma fonte assíncrona. A taxa média de transmissão na conexão de transporte atribuída a essa conexão de sessão, é de 10 UDSTs por segundo. A capacidade de armazenamento na conexão de transporte é de 6 UDSTs.

Assume-se que a capacidade de armazenamento de UDPSs na entidade de sessão par é igual ao comprimento atribuído a uma UQD.

Para esse exemplo tem-se: $W = 6$ UDSTs, $\mu = 10$ UDSTs por segundo, e $N = K = 1, 2, \dots, 6$ (UDPSs).

As figuras 4.7 e 4.8 apresentam as medidas atraso médio de quarentena e atraso médio fim-a-fim, respectivamente, em função da taxa média de chegada de UDSSs.

A figura 4.9 mostra a participação da medida atraso médio de quarentena na medida atraso médio fim-a-fim, em função da taxa média de chegada de UDSSs. Conforme mostra essa figura, pode-se

obter a participação da medida atraso médio de transmissão na conexão de transporte, subtraindo da participação total dessas medidas, a participação da medida atraso médio de quarentena.

A figura 4.7 mostra que a medida atraso médio de quarentena diminui com o aumento da taxa média de chegada de UDSSs até um valor de saturação, que depende do valor atribuído a K .

Analisando intuitivamente a figura 4.7, observa-se que os valores do atraso médio de quarentena devem ser maiores para as taxas médias de chegadas de UDSSs menores, uma vez que implicam em um atraso maior na composição da UQD.

Na figura 4.8, observa-se que a medida atraso médio fim-a-fim apresenta um comportamento típico para $K = 1$, isto é, esta medida aumenta com esta taxa. Concluído para $K > 1$, esta medida apresenta inicialmente um comportamento atípico, sendo muito significativo para os valores menores da taxa média de chegada de UDSSs, e diminuindo com o aumento desta taxa até um valor limite. A partir desse valor, volta a apresentar o comportamento típico mencionado, tendendo a um valor de saturação que é função do valor atribuído a K .

A figura 4.9 mostra a participação da medida atraso médio de quarentena na medida atraso médio fim-a-fim em função da taxa média de chegada de UDSSs. Essa participação diminui com o aumento da taxa média de chegada de UDSSs conduzindo a um valor de saturação. Observa-se que para uma mesma taxa média de chegada de UDSSs de referência, essa participação mencionada é maior conforme maior for o valor de W .

O comportamento considerado típico da medida atraso médio fim-a-fim para $K = 1$ era esperado, uma vez que para este valor não há atraso de quarentena na entidade de sessão par, e, como tal, esta medida torna-se função somente do atraso médio de transmissão na conexão de transporte. Esse é um caso particular em que esse modelo torna-se equivalente ao modelo duplex, apresentado na seção 3.3.

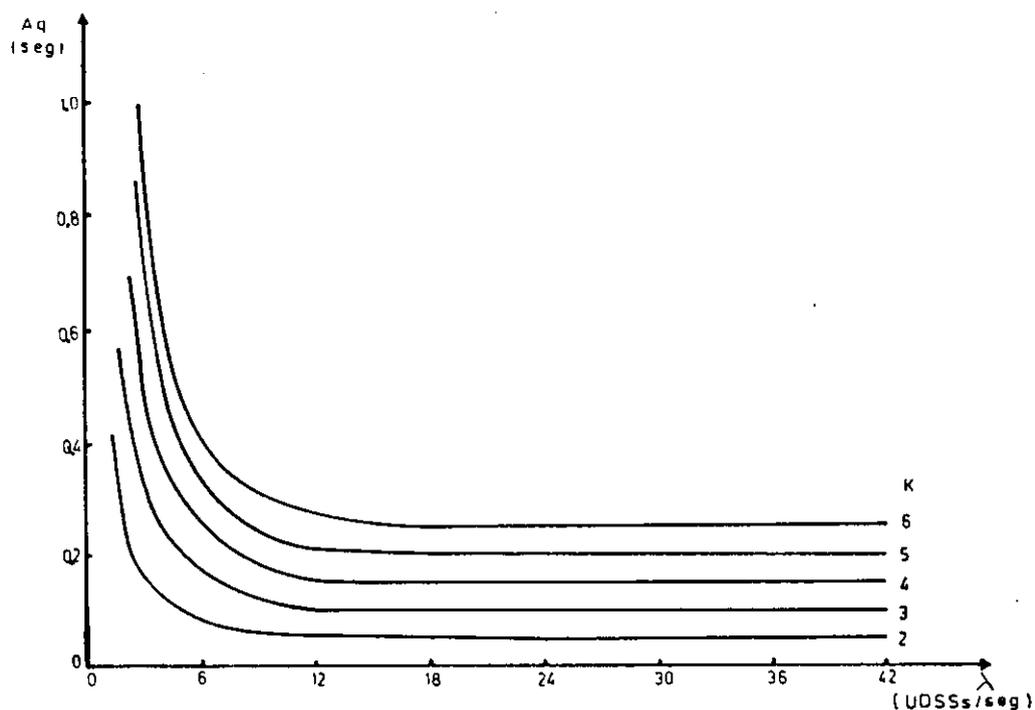


Figura 4.7: Atraso Médio de de Quarentena vs Taxa Média de Chegada para o Modelo Quarentena Remota Duplex.

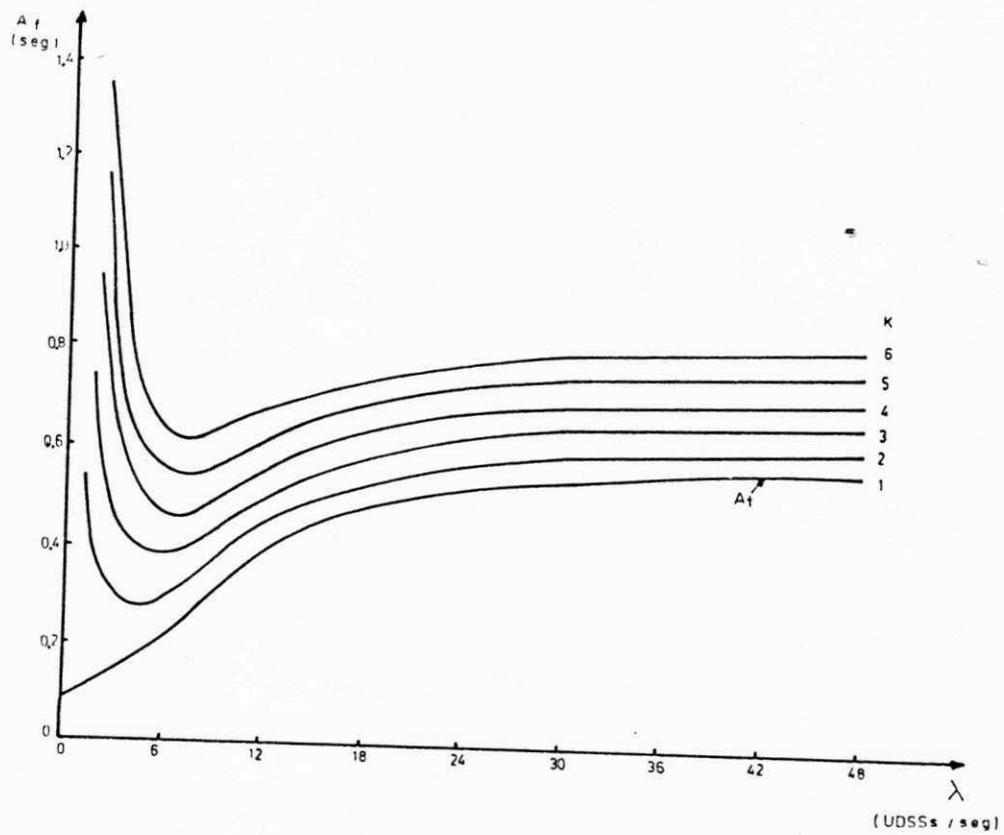


Figura 4.8: Atraso Médio Fim-A-Fim vs Taxa Média de Chegada para o Modelo Quarentena Remota Duplex.

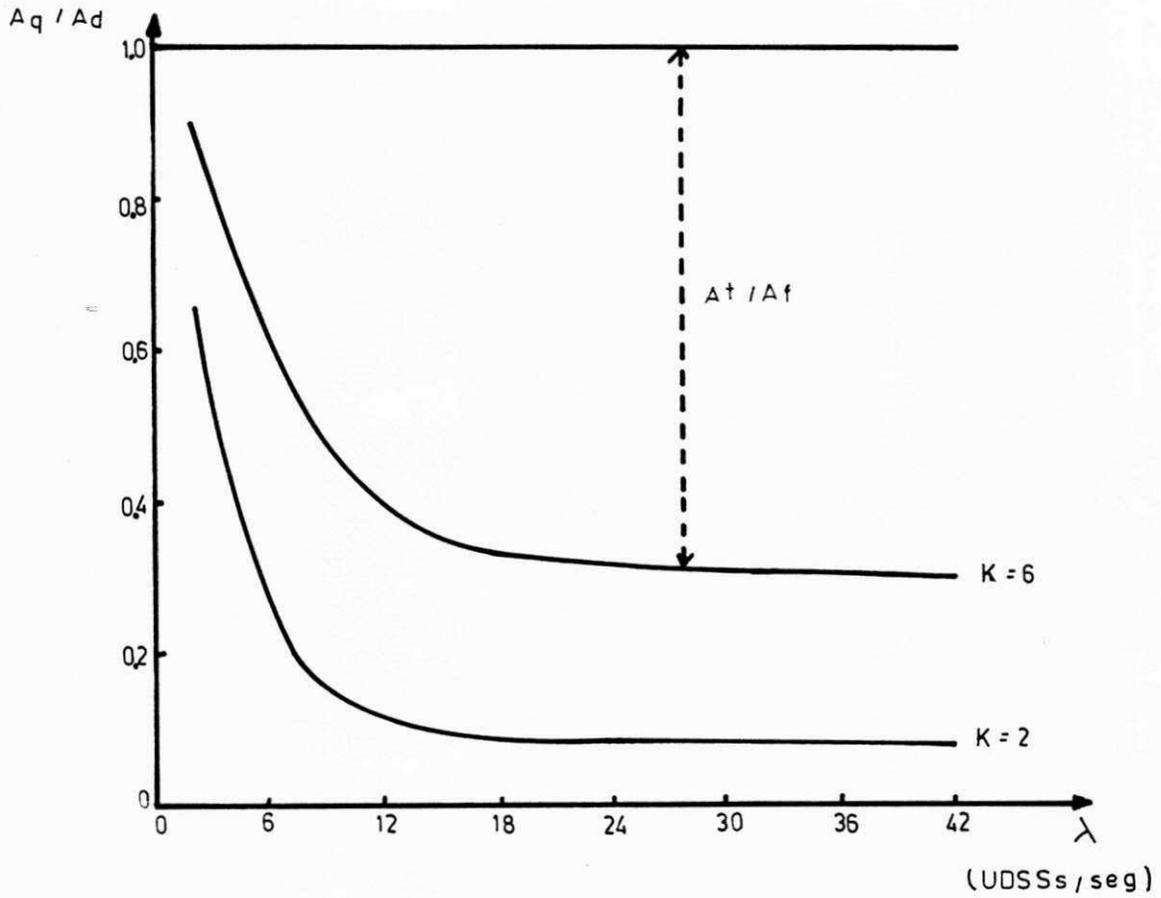


Figura 4.9: Participação da Medida Atraso Médio de Quarentena na Medida atraso Médio Fim-A-Fim para o Modelo Quarentena Remota Duplex.

.5 MODELO QUARENTENA LOCAL SEMI-DUPLEX

.5.1 DESCRIÇÃO

O modelo quarentena local semi-duplex considera uma conexão e sessão na fase de transferência de dados com os serviços gerência de interação com o modo de diálogo semi-duplex, e quarentena de dados com a opção local. Esse modelo é uma extensão do modelo semi-duplex com geração assíncrona e síncrona e UDSSs apresentado na seção 3.5. A diferença entre esses modelos ocorre no lado assíncrono onde no presente modelo a quantidade de UDPSS a ser liberada quando a ficha de dados chega neste lado, é conforme disciplina de liberação de UDPSS adotada também conforme o comprimento atribuído a uma UQD. Dessa forma, se a ficha de dados chega a esse lado e a quantidade de UDPSS armazenadas é menor que esse comprimento, esta ficha fica à espera da chegada de UDSSs, que serão associadas a UDPSS, a fim de completarem a UQD desejada. A partir daí inicializa-se a liberação das UDPSS dessa unidade, juntamente com a ficha de dados.

Adota-se a disciplina de liberação de UDPSS do tipo limitada, conforme redefinida na seção 4.2, em função da integração dos serviços gerência de interação e quarentena de dados. A figura 4.10 mostra o presente modelo.

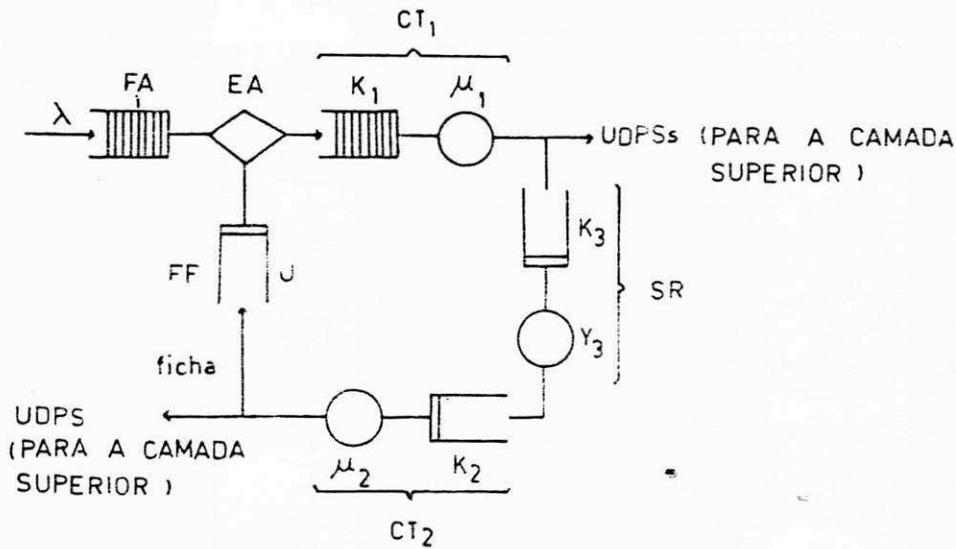


Figura 4.10: Modelo Quarentena Local Semi-Duplex.

Na figura 4.10, λ representa a taxa média de chegada de UDPSs no lado assíncrono; FA representa a Fila de Admissão que contém UDPSs bloqueadas no lado assíncrono em processo de quarentena ou como UDPSs, aguardando a chegada da ficha de dados para serem liberadas; FF representa a Fila da Ficha de Dados que se apresenta vazia se o lado assíncrono não possui esta ficha, e apresenta comprimento 1 (um), caso contrário; EA representa o escalonador de Admissão que controla a emissão de UDPSs na conexão de sessão adotando a disciplina de liberação de UDPSs do tipo limitada; SR representa o Sistema de Resposta (ou fonte síncrona), que emite uma UDPS de resposta ao lado assíncrono, sendo ativado após o lado síncrono enviar à camada superior todas as UDPSs recebidas. Modela-se SR como um servidor exponencial com

a média de serviço μ_3 UDSSs por segundo, correspondendo ao serviço oferecido pela camada de sessão adicionado aos serviços das camadas superiores fornecidos à aplicação considerada, e, finalmente, CT_1 (CT_2) representa a conexão de transporte simplex que serve ao lado assíncrono (síncrono), com taxa média de transmissão μ_1 (μ_2) UDSTs por segundo.

3.2 SOLUÇÃO

O modelo quarentena local semi-duplex pertence a categoria redes mistas, apresentando características que inviabilizam procura de soluções sem restrições do modelo. Essas características são: bloqueio de UDPSs em FA e chegadas em lote CT_1 .

Adota-se para esse modelo uma solução usando Cadeias de Markov, conforme considerações expostas na subseção 3.4.2. O índice G apresenta os diagramas de estados necessários na posição da matriz de transição entre estados para este modelo.

Sendo K o comprimento de uma UQD, N o número máximo de SS que FA pode armazenar e W o número máximo de UDSTs que CT_1 pode armazenar, esse modelo apresenta $N \cdot (W + 2) + K + W + 2$ estados possíveis.

Seja $Pr[i, j, k_1, k_2, k_3]$ a probabilidade que esse modelo está em estado (i, j, k_1, k_2, k_3) , isto é, há i, j e k_3 UDPSs em FA, FF, e k_1 e k_2 UDSTs em CT_1 e CT_2 , respectivamente.

As variáveis de estados referenciadas têm os seguintes limites:

$$0 \leq i \leq N$$

$$0 \leq j \leq 1$$

$$0 \leq k_1 \leq W$$

$$0 \leq k_2 \leq 1$$

$$0 \leq k_3 \leq 1$$

As seguintes restrições entre as variáveis de estados existem:

$$i \geq K \rightarrow j = 0$$

$$j > 0 \rightarrow i \leq K \text{ e } k_1 = k_2 = k_3 = 0$$

$$k_1 > 0 \rightarrow k_2 = k_3 = 0$$

$$k_2 > 0 \rightarrow k_1 = k_3 = 0$$

$$k_3 > 0 \rightarrow k_1 = k_2 = 0$$

$$k_2 + k_3 \leq 1$$

Considerando os limites e as restrições acima mencionados, segue as equações necessárias à obtenção das medidas de desempenho de interesse para o presente modelo. Elas são: comprimento médio de FA (l_a), comprimento médio da fila de CT (l_c), vazão média de CT (V_a), atraso médio de admissão sobreposto ao atraso médio de quarentena (A_d A_q), atraso médio de transmissão de UDSTs em CT

(At) e, finalmente, atraso médio fim-a-fim (Af).

$$I_a = \sum_i i \cdot \Pr[i, j, k_1, k_2, k_3], \text{ para}$$

$$1 \leq i \leq N, j = 0; 1 \leq k_1 \leq W, k_2 = k_3 = 0;$$

$$1 \leq i \leq N, j = 0; 1 \leq k_1 = 0, k_2 = 1, k_3 = 0;$$

$$1 \leq i \leq N, j = 0; 1 \leq k_1 = 0, k_2 = 0, k_3 = 1;$$

$$i \leq K, j = 1, k_1 = 0, k_2 = 0, k_3 = 0.$$

$$I_c = \sum_{k_1=1}^W k_1 \cdot \Pr[i, j, k_1, k_2, k_3], \text{ para}$$

$$0 \leq i \leq N, j = 0, k_1 = k_2 = k_3 = 0$$

$$V_a = (1 - \Pr[N]). \lambda \text{ para,}$$

$$i = N, j = 0, 1 \leq k_1 \leq W, k_2 = 0, k_3 = 0;$$

$$i = N, j = 0, k_1 = 0, k_2 = 1, k_3 = 0;$$

$$i = N, j = 0, k_1 = 0, k_2 = 0, k_3 = 1;$$

$$A_d \oplus A_q = I_a / V_a$$

$$A_t = I_c / V_a$$

$$A_f = (A_d \oplus A_q) + A_t$$

4.5.3 EXEMPLO NUMÉRICO

Considera-se uma conexão de sessão com modo de diálogo semi-duplex e quarentena local, apresentando uma fonte assíncrona e uma fonte síncrona. A taxa média de geração da fonte síncrona é de 10 UDSSs por segundo. A capacidade de armazenamento na entidade de sessão de referência é de 6 UDPSSs. Adota-se a disciplina de liberação de UDPSSs do tipo comutada. A taxa média

de transmissão na conexão de transporte que serve a essa conexão de sessão é de 10 UDSTs por segundo. A capacidade de armazenamento na conexão de transporte é de 6 UDSTs.

Para esse exemplo, tem-se: $N = 6$ UDPSs, $\mu_3 = 20$ UDSSs por segundo, $\mu_1 = \mu_2 = 10$ UDSTs por segundo, e $W = 6$ UDPSs (UDSTs).

A figura 4.11 apresenta a medida de desempenho vazão média em função da taxa média de chegada de UDSSs.

A figura 4.12 apresenta a medida atraso médio de admissão sobreposta à medida atraso médio de quarentena, em função da taxa média de chegada de UDSSs. A figura 4.13 apresenta a medida atraso médio fim-a-fim em função da referida taxa.

A figura 4.14 apresenta a participação conjunta das medidas atraso médio de admissão e atraso médio de quarentena na medida atraso médio fim-a-fim, em função da taxa média de chegada de UDSSs no lado assíncrono. Conforme mostra essa figura, pode-se obter a participação da medida atraso médio de transmissão na conexão de transporte, subtraindo da participação total dessas medidas, a participação conjunta das medidas referenciadas.

Na figura 4.12, para $K = 1$ as medidas atraso médio de admissão e atraso médio de quarentena apresentam um comportamento típico, isto é, aumentam com a taxa média de chegada de UDSSs. Para $K > 1$, essa medida apresenta inicialmente um comportamento atípico, sendo muito significativa para os valores menores dessa taxa, e diminuindo com o aumento da referida taxa até um valor limite, quando então volta a apresentar o comportamento típico

mencionado, tendendo a um valor de saturação que depende do valor atribuído a K.

Os efeitos da participação conjunta dos serviços gerência de interação e quarentena de dados estão presentes nas medidas de desempenho apresentadas. A interseção total dessas medidas para $K = 1, 2, 3$ e 6 na figura 4.12, significa que a medida atraso médio de quarentena é menor ou igual a medida atraso médio de admissão, isto é, quando a ficha de dados chega ao lado assíncrono, este lado tem completado a sua capacidade de armazenamento de UDPSS, podendo liberar as UQDs formadas. Nesse caso, todas as UDPSS bloqueadas formam UQDs, não ficando portanto, UDPSS bloqueadas no lado assíncrono. Essa é uma situação particular em que o valor de K é um divisor da capacidade de armazenamento de UDPSS do lado assíncrono.

Se o valor de K não é um divisor da capacidade de armazenamento de UDPSS do lado assíncrono, quando a ficha de dados chega a esse lado, e este está no limite de sua capacidade de armazenamento de UDPSS, as UQDs formadas são liberadas, ficando bloqueadas aquelas UDPSS que não formaram UQDs. Essas UDPSS somente poderão ser liberadas com a próxima chegada da ficha de dados, desde que essas unidades, agrupadas com outras UDPSS formem UQDs.

Essa situação ocorre no presente modelo nos casos em que $K = 4$ e $K = 5$. No primeiro caso tem-se o bloqueio de 2 UDPSS e no segundo caso, o bloqueio de 1 UDPS. Assim sendo, conforme mostram as figuras 4.11 e 4.12, para uma mesma taxa chegada de UDSSs de

referência, os menores valores da medida vazão média e os maiores valores das medidas atraso médio de admissão e atraso médio de quarentena, ocorrem no caso que $k = 4$, seguido daquele que $K = 5$.

Denomina-se tempo médio de interrupção de quarentena, o tempo médio de bloqueio de UDPSs que não formaram UQDs devido à limitação de espaço de armazenamento no lado assíncrono. Esse tempo é somado a medida atraso médio de quarentena, significando uma interrupção no processo de quarentena local.

Na figura 4.12, a partir da interseção total das medidas atraso médio de admissão e atraso médio de quarentena para $K = 1, 2, 3$ e 6 , pode-se obter o tempo médio de interrupção de quarentena quando $K = 4$ ($K = 5$), como a diferença entre o valor dessas medidas para $K = 4$ ($K = 5$), com esse valor para $K = 1$ ($2, 3$ ou 6), considerando uma mesma taxa média de chegada de UDSSs de referência.

Para taxas médias de chegadas de UDSSs mais altas, conforme exemplos apresentados na tabela 4.1, a medida atraso médio fim-a-fim apresenta valores muito próximos para cada valor atribuído a K . Essa proximidade deve-se às medidas que compõem a medida atraso médio fim-a-fim, que assumem comportamentos opostos com o aumento dessas taxas. As medidas atraso médio de admissão e atraso médio de quarentena apresentam valores maiores conforme a ordem de valores de K sejam respectivamente $4, 5$ e 6 ($1, 2$ ou 3), e a medida atraso médio de transmissão na conexão de transporte apresenta valores menores para essa ordem de valores mencionada.

O comportamento típico das medidas sobrepostas atraso médio

quarentena local semi-duplex e, esses últimos modelos, com o modelo quarentena remota semi-duplex. Essas equivalências podem ser comprovadas comparando as medidas de desempenho apresentadas

Comparando a medida atraso médio fim-a-fim para modelos com o mesmo modo de diálogo, observa-se para o modo de diálogo duplex, que o modelo quarentena local duplex apresenta maiores valores desta medida que o modelo quarentena remota duplex. Esse resultado deve-se à adição da medida atraso médio de admissão com a medida atraso médio de quarentena para o primeiro modelo. Com o modo de diálogo semi-duplex, observa-se que o modelo quarentena local semi-duplex apresenta menores valores da medida atraso médio fim-a-fim que o modelo quarentena remota semi-duplex. Esse resultado deve-se à participação conjunta dos serviços gerência de diálogo e quarentena de dados no primeiro modelo, onde, no lado assíncrono, UDQs são formadas enquanto este lado espera a chegada da ficha de dados. A comprovação desses resultados pode ser efetuada comparando os resultados apresentados nos exemplos numéricos desses modelos, com a disciplina comutada.

Observa-se que os efeitos da participação conjunta dos serviços referenciados, somente estão presentes quando o modo de diálogo é semi-duplex. Esse, é um resultado esperado, uma vez que o modo de diálogo duplex não introduz bloqueio de UDSSs na camada de sessão.

A medida atraso médio de quarentena apresenta um comportamento atípico para taxas médias de chegadas de UDSSs menores. Esse comportamento atípico faz-se presente na

adição (sobreposição) desta medida com a medida atraso médio de admissão, para os modelos com quarentena local e diálogo duplex (semi-duplex), e, conseqüentemente, na medida atraso médio fim-a-fim da conexão de sessão.

A participação das medidas atraso médio de admissão e atraso médio de quarentena, conforme exemplos numéricos apresentados neste capítulo, apresentam percentuais significativos na composição da medida atraso médio fim-a-fim. Esses percentuais evidenciam a necessidade da avaliação do desempenho do protocolo de sessão nos projetos de redes de computadores, com aplicações que solicitem os serviços de sessão referenciados.

CAPITULO 5

MODELAGEM DO SERVIÇO QUARENTENA DE DADOS LOCAL COM UMA ALTERNATIVA DE FONTE ASSÍNCRONA

O modelo de uma fonte assíncrona adotado nos capítulos 3 e 4, conforme apresentado na subseção 2.1.1, apresenta a geração de UDSSs na camada de sessão com taxa média constante. Essa geração é ativada/desativada pelo serviço gerência de interação conforme a camada de sessão tenha ou não capacidade de armazenamento disponível.

Uma alternativa para o modelo de uma fonte assíncrona, apresenta taxas de geração de UDSSs dependentes de estado, ou seja, dependentes do número de UDSSs armazenadas na fila de admissão (ou fila de quarentena).

Doravante, denominam-se de fonte assíncrona constante e fonte assíncrona dependente de estado, respectivamente, as fontes assíncronas com taxas médias de geração de UDSSs constantes e conforme o estado da fila de admissão (ou fila de quarentena).

Este capítulo apresenta um estudo de caso para o modelo de uma conexão de sessão com os serviços gerência de interação com

modos de diálogos duplex e semi-duplex, e quarentena de dados com a opção local, considerando o modelo de uma fonte assíncrona dependente de estado.

As seções que seguem apresentam o modelo de uma fonte assíncrona dependente de estado e os modelos quarentena local duplex e quarentena local semi-duplex com esse tipo de fonte. Para cada modelo referenciado, analisa-se o seu desempenho, comparando-o com esse mesmo modelo adotando fontes assíncronas constantes, conforme apresentado no capítulo anterior.

5.1 FONTES ASSÍNCRONAS DEPENDENTES DE ESTADO

O Modelo de uma fonte assíncrona dependente de estado aplica-se ao caso de terminais acoplados a uma unidade controladora que habilita terminais através de comandos de convites, gerenciando a entrega de suas mensagens a uma rede de computadores.

Apresenta-se o modelo de uma fonte assíncrona dependente de estado, como uma extensão do modelo fonte finita apresentado em (8). Nesse modelo, a fonte é associada a N terminais, onde cada terminal gera mensagens conforme distribuição exponencial com taxa média $\lambda_0 = \lambda / N$. Alternativamente, $1 / \lambda_0$ é o tempo médio de geração de mensagens, também chamado tempo médio de pensamento. Considera-se que terminais somente geram mensagens quando são convidados.

No presente modelo, para o modo de diálogo semi-duplex,

UDSSs que chegam em uma entidade de sessão, podem ficar armazenadas (como UDPSs), aguardando a chegada da ficha de dados para serem liberadas à conexão de transporte, que se encarrega de transportá-las à entidade de sessão par. No caso do modo de diálogo duplex, UDSSs que chegam a uma entidade de sessão são imediatamente entregues à conexão de transporte.

Com a liberação de UDSSs na conexão de transporte, para o modo de diálogo duplex ou semi-duplex, o terminal associado a essa UDSS pode ser novamente convidado.

Considera-se para cada um dos casos referenciados, que a camada de sessão (ou de transporte) dispõe de espaço de armazenamento limitado para N UDSSs, correspondendo então a uma UDSS por terminal. Havendo K UDSSs armazenadas, a fonte pode gerar $(N - K)$ UDSSs, sendo a taxa média de chegada para este estado $(N - K) \lambda_0$. No caso de não ter mais espaço de armazenamento na camada referenciada, a fonte cessa de gerar novas UDSSs, isto é, a unidade controladora cessa os convites aos terminais.

5.2 MODELO QUARENTENA LOCAL DUPLEX COM FONTE ASSÍNCRONA DEPENDENTE DE ESTADO

5.2.1 DESCRIÇÃO

O modelo quarentena local duplex com uma fonte assíncrona dependente de estado, considera uma conexão de sessão na fase de transferência de dados com os serviços gerência de interação com

modo de diálogo duplex, e quarentena de dados com a opção local.

Esse modelo é uma variante do modelo quarentena local duplex com uma fonte assíncrona constante apresentado na seção 4.3. Sua descrição é conforme apresentado na subseção 4.3.1, com exceção da descrição da geração de UDSSs na entidade de sessão de referência, que no presente modelo é conforme segue.

Cada terminal associado à fonte assíncrona, gera UDSSs na entidade de sessão de referência, conforme distribuição exponencial com taxa média λ / N UDSSs por segundo. O número de terminais associado a essa fonte é igual a capacidade de armazenamento de UDSSs na entidade de sessão de referência. Um terminal somente gera uma UDSS se tiver espaço de armazenamento disponível na entidade de sessão de referência, com a restrição de uma UDSS por terminal. Havendo i UDSSs armazenadas nessa entidade, a fonte pode gerar $(N - i)$ UDSSs, com taxa média de geração $(N - i) \cdot \lambda / N$ UDSSs por segundo.

O presente modelo resume-se a uma fonte assíncrona dependente de estado, uma conexão de transporte simplex, que fornece o serviço de transporte à conexão de sessão, e os serviços gerência de interação com a opção duplex, e o serviço quarentena de dados com a opção local.

A figura 5.1 apresenta o modelo quarentena local duplex com fonte assíncrona dependente de estado. Nessa figura, N representa o número de terminais associados à fonte assíncrona, λ / N representa a taxa média de chegada de UDSSs na entidade de sessão de referência, por terminal; FQ representa a Fila de Quarentena

que armazena UDPSS em quarentena na entidade de sessão de referência; CQ representa o controlador de Quarentena, que controla a emissão de UDPSS de uma UQD (como UDSSis) na conexão de transporte simplex, finalmente, CT representa essa conexão com taxa média de transmissão μ UDSTs por segundo.

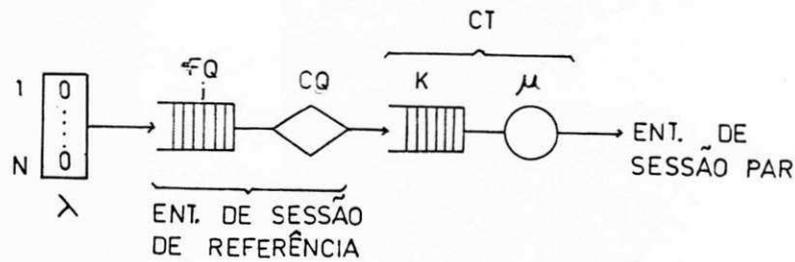


Figura 5.1: Modelo Quarentena Local Duplex com fonte assíncrona dependente de estado.

5.2.2 SOLUÇÃO

A solução para esse modelo é a mesma apresentada para o modelo quarentena local na subseção 4.3.2, considerando taxas de chegadas de UDSSs na conexão de sessão dependentes de estado, isto é:

$$\lambda_i = \begin{cases} (N - i) \cdot \lambda / N, & \text{para } 1 \leq i \leq N \\ 0, & \text{de outra forma} \end{cases} \quad (5.1)$$

As medidas de desempenho de interesse para esse modelo,

são aquelas apresentadas na subseção 4.3.2. Essas medidas são as seguintes:

$$I_a = \sum_i i \cdot Pr[i,k], \text{ para } 1 \leq i \leq N \text{ e } 0 \leq k \leq W$$

$$I_c = \sum_K k \cdot Pr[i,k], \text{ para } 1 \leq k \leq W \text{ e } 0 \leq i \leq N$$

$$V_a = (N - I_a) \cdot \lambda / N$$

$$A_d + A_q = I_a / V_a$$

$$A_t = I_c / V_a$$

$$A_f = A_d + A_q + A_t$$

5.2.3 EXEMPLO NUMÉRICO

Considera-se uma conexão de sessão com modo de diálogo duplex e quarentena local, apresentando uma fonte assíncrona dependente de estado associada a 6 terminais. A taxa média de transmissão na conexão de transporte atribuída a essa conexão de sessão é de 10 UDSTs por segundo. A conexão de transporte tem capacidade de armazenamento para 6 UDSTs.

Considerando a fonte assíncrona associada a 6 terminais, a capacidade de armazenamento na entidade de sessão de referência é igual a 6 UDPSs.

Para esse exemplo tem-se: $N = 6$ UDPSs, $W = 6$ UDPSs (UDSTs), $\mu = 10$ UDSTs por segundo, e $K = 1, 2, \dots, 6$ (UDPSs).

A figura 5.2 apresenta a medida de desempenho vazão média

em função da taxa média de chegada de UDSSs.

A figura 5.3 apresenta a medida atraso médio de admissão adicionada a medida atraso médio de quarentena, em função da taxa média de chegada de UDSSs. A figura 5.4 apresenta a medida atraso médio fim-a-fim em função da referida taxa.

A figura 5.5 mostra a participação das medidas atraso médio de admissão e atraso médio de quarentena na medida atraso médio fim-a-fim, em função da taxa média de chegada de UDSSs. Conforme mostra essa figura, pode-se obter a participação da medida atraso médio de transmissão na conexão de transporte, subtraindo da participação total dessas medidas, a participação das demais medidas referenciadas.

Na figura 5.2, observa-se que as vazões médias que alcançam seus pontos de saturação para os valores menores da taxa média de chegada de UDSSs são aquelas que correspondem aos valores menores de K .

A figura 5.3, mostra que as medidas atraso médio de admissão e atraso médio de quarentena apresentam um comportamento semelhante àquele apresentado na figura 4.3 para o modelo quarentena local duplex com fonte assíncrona constante. Apresenta para $K = 1$ um comportamento típico (aumenta com a taxa média de chegada de UDSSs), e para $K > 1$ um comportamento atípico, sendo muito significativa para os valores menores da taxa média de chegada de UDSSs e decrescendo com o crescimento desta taxa até um valor limite. A partir desse valor, volta a assumir o comportamento típico mencionado, tendendo a um valor

de saturação.

A figura 5.3 mostra para taxas médias de chegada de UDSSs acima dos valores limites referenciados, que as medidas atraso médio de admissão e atraso médio de quarentena apresentam valores iguais independentemente do valor atribuído a K .

Esse resultado deve-se ao comprimento médio da fila de quarentena e a vazão média apresentarem-se constantes, para taxas médias de chegadas de UDSSs acima dos valores limites referenciados, para qualquer valor atribuído a K . No caso da vazão média, esta apresenta-se no seu valor máximo.

O apêndice A demonstra para taxas de chegadas de UDSSs acima dos valores limites referenciados, que esse modelo apresenta comprimentos médios da fila de quarentena iguais, para quaisquer valores inteiros positivos atribuídos a K .

Na figura 5.5, a curva para $K = 1$ representa o caso particular da participação isolada da medida atraso médio de admissão na medida atraso médio fim-a-fim. As demais curvas, apresentam a participação das medidas atraso médio de admissão e atraso médio de quarentena. Essa participação é maior, quanto maior for o valor atribuído a K .

O modelo quarentena local duplex apresenta as medidas atraso médio de admissão e atraso médio de quarentena como parcelas significativas da medida atraso médio fim-a-fim. No exemplo numérico considerado, observa-se para uma taxa média de chegada de UDSSs de referência, por exemplo, igual a 42 UDSSs por

segundo, que essa participação é de 43,0 % para $K = 1$ (menor participação), e 58,0 % para $K = 6$ (maior participação).

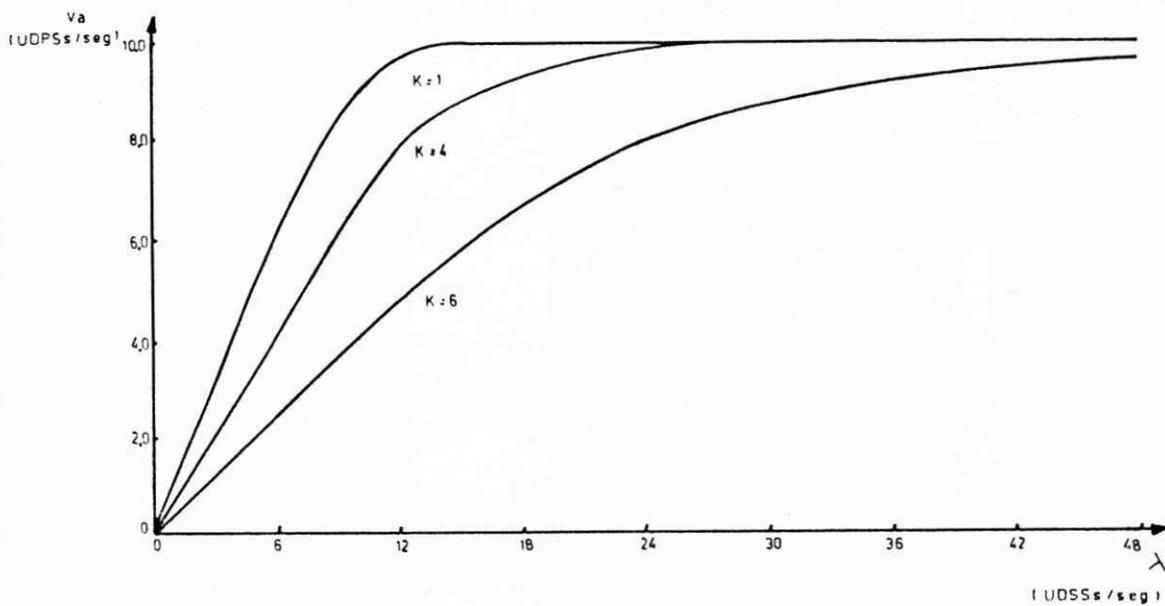


Figura 5.2: Vazão Média vs Taxa Média de Chegada de UDSSs para o Modelo Quarentena Local Duplex com Fonte Assíncrona Dependente de Estado.

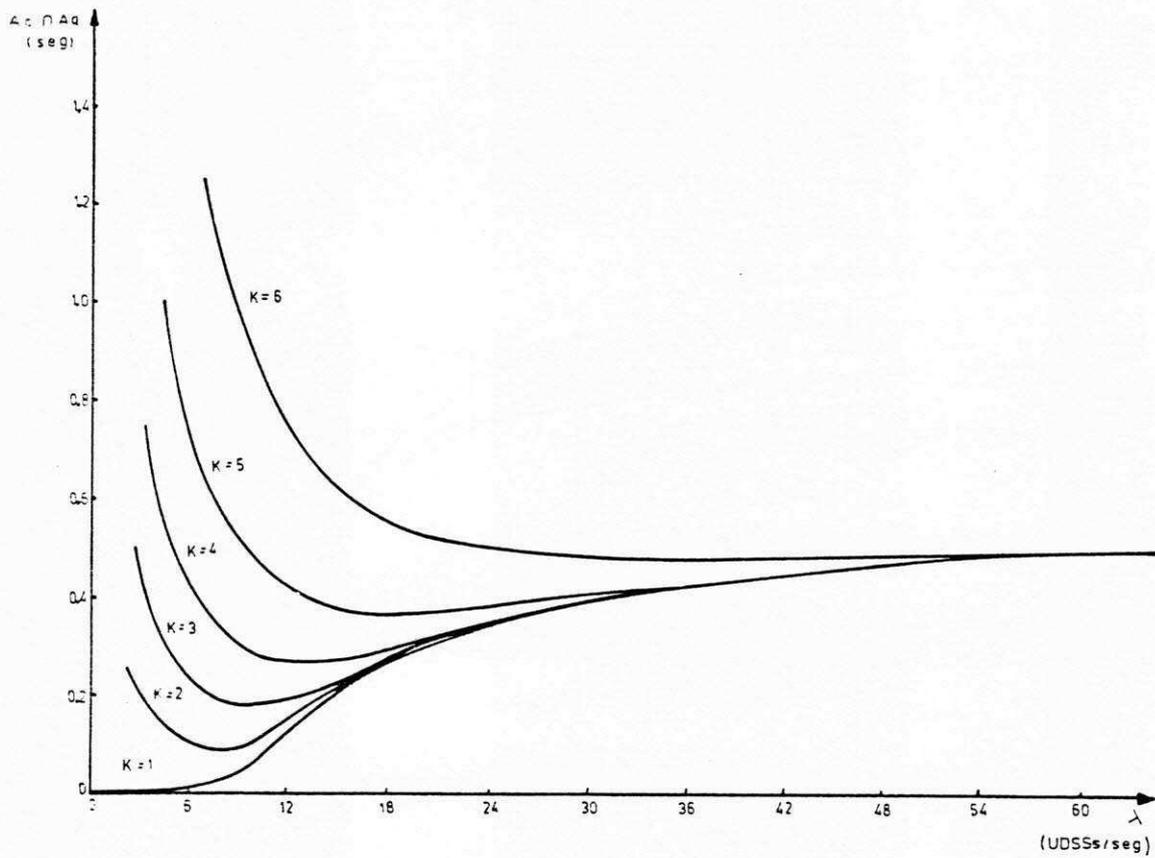


Figura 5.3: Atraso Médio de Admissão e Atraso Médio de Quarentena vs Taxa Média de Chegada para o Modelo Quarentena Local Duplex com Fonte Assíncrona Dependente de Estado.

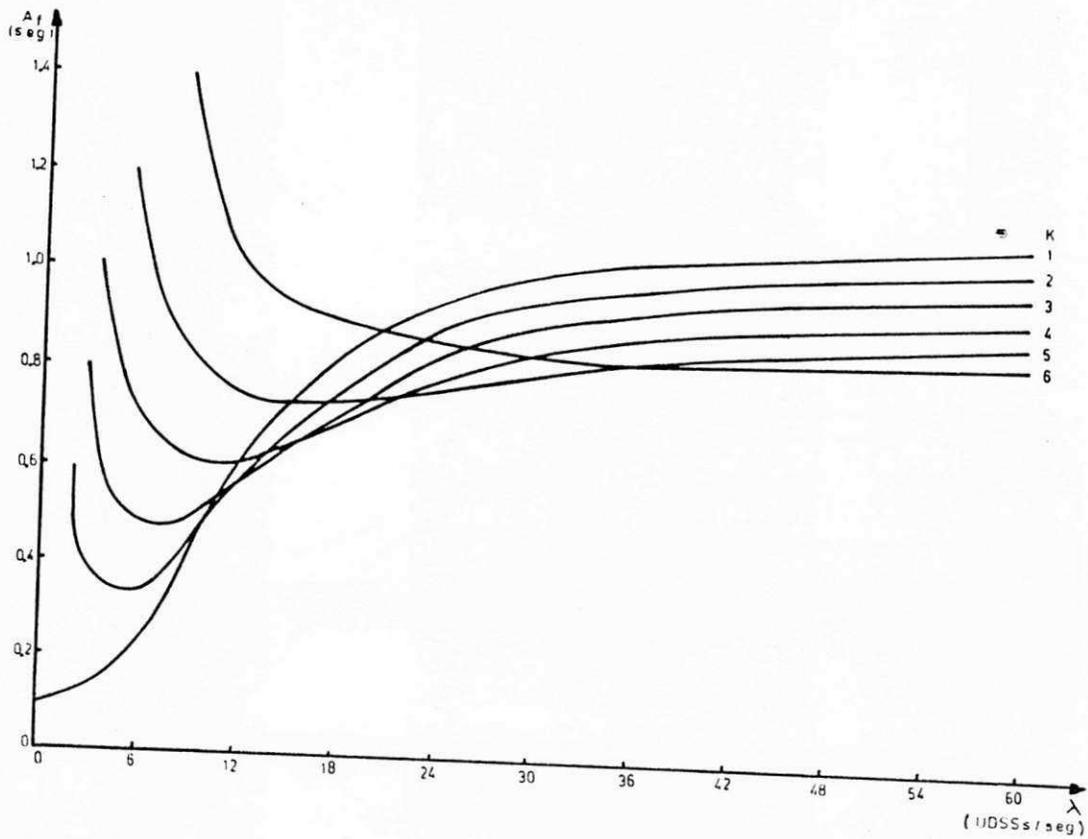


Figura 5.4: Atraso Médio Fim-A-Fim vs Taxa Média de Chegada para o Modelo Quarentena Local Duplex com Fonte Assíncrona Dependente de Estado.

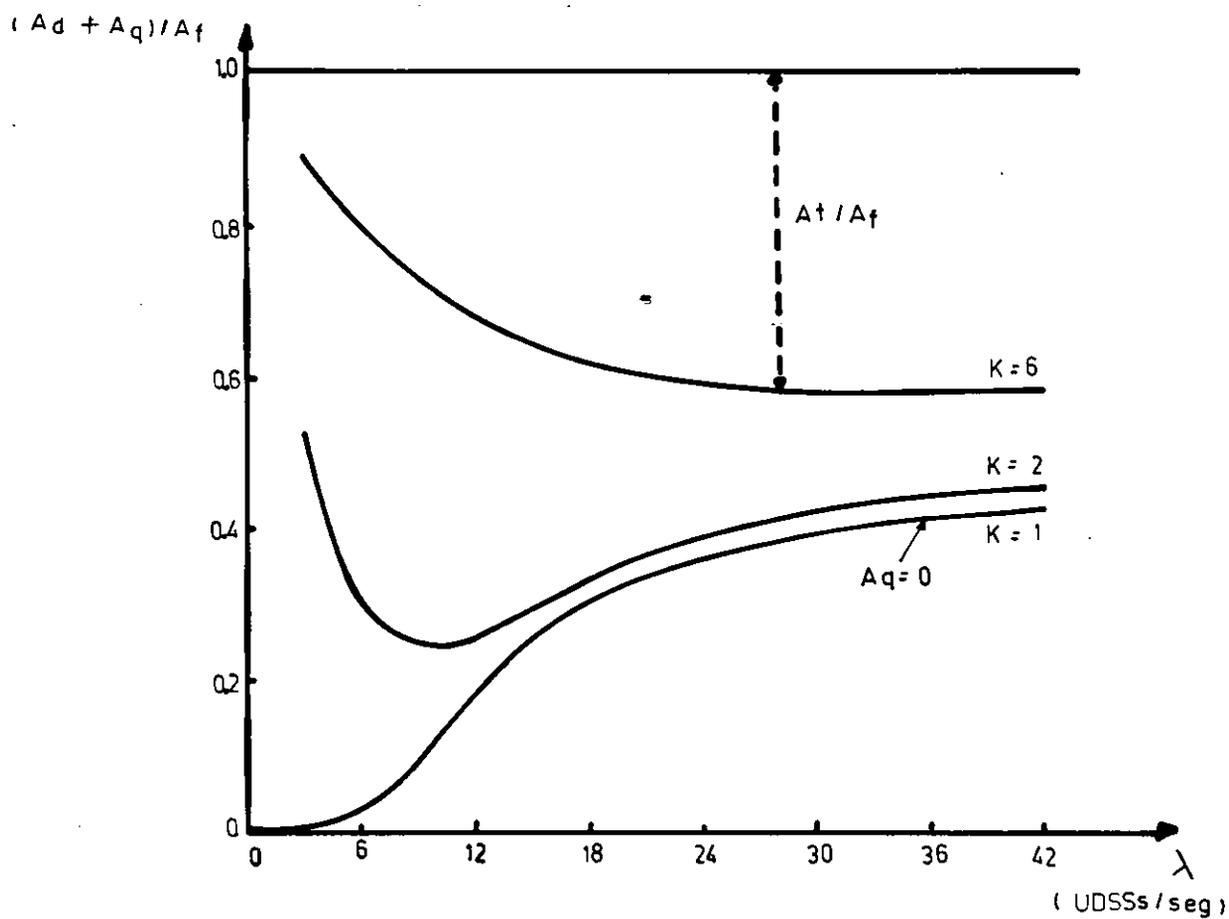


Figura 5.5: Participação Conjunta das Medidas Atraso Médio de Admissão e Atraso Médio de Quarentena na Medida atraso Médio Fim-A-Fim com Fonte Assíncrona Dependente de Estado.

5.3 MODELO QUARENTENA LOCAL SEMI-DUPLEX COM FONTE ASSÍNCRONA DEPENDENTE DE ESTADO

5.3.1 DESCRIÇÃO

Esse modelo apresenta uma conexão de sessão na fase de transferência de dados com uma fonte assíncrona dependente de estado, considerando os serviços gerência de interação com o modo de diálogo semi-duplex, e quarentena de dados com a opção local.

O presente modelo é uma variante do modelo quarentena local semi-duplex com uma fonte assíncrona constante, apresentado na seção 4.5. Sua descrição é conforme aquela apresentada na subseção 4.5.1, com exceção da descrição da geração de UDSSs na entidade de sessão de referência, que apresenta taxas dependentes de estado, conforme descrito na sub seção 5.2.1.

Adota-se a disciplina de liberação de UDPSs do tipo comutada, conforme redefinida na seção 4.2, em função da participação conjunta dos serviços gerência de interação e quarentena de dados.

A figura 5.6 mostra o presente modelo. Nessa figura, N representa o número de terminais associados à fonte assíncrona dependente de estado; λ / N representa a taxa média de chegada de UDSSs por terminal ao lado assíncrono; FA representa a Fila de Admissão que contém UDPSs bloqueadas nesse lado em processo de quarentena ou como UQDs, aguardando a chegada da ficha de dados

para serem liberadas; FF representa a Fila da Ficha de Dados que se apresenta vazia se o lado assíncrono não possui esta ficha, e apresenta comprimento 1 (um), caso contrário; EA representa o Escalonador de Admissão que controla a emissão de UDPSs na conexão de sessão adotando a disciplina de liberação de UDPSs do tipo comutada; SR representa o Sistema de Resposta (ou fonte síncrona), que emite uma UDPS de resposta ao lado assíncrono, sendo ativado após o lado síncrono enviar à camada superior todas as UDPSs recebidas. Modela-se SR como um servidor exponencial com taxa média de serviço μ_3 UDSSs por segundo, correspondendo ao serviço oferecido pela camada de sessão adicionado aos serviços das camadas superiores fornecidos à aplicação considerada, e, finalmente, CT (CT₁ CT₂) representa a conexão de transporte simplex que serve ao lado assíncrono (síncrono), com taxa média de transmissão μ_1 (μ_2) UDSTs por segundo.

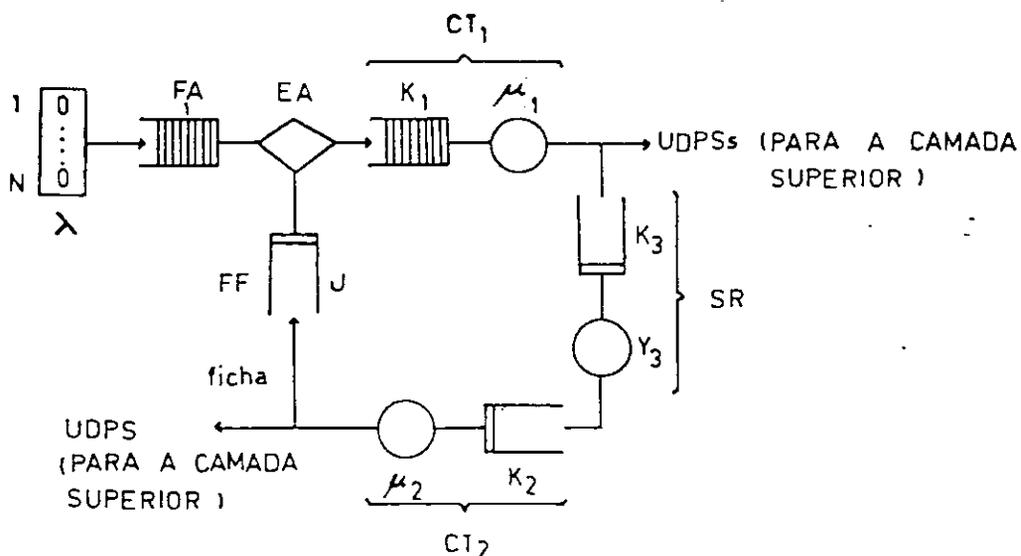


Figura 5.6: Modelo Quarentena Local Semi-Duplex com Fonte Assíncrona Dependente de Estado.

5.3.2 SOLUÇÃO

A solução para esse modelo é igual àquela apresentada para o modelo quarentena local semi-duplex na subseção 4.5.2, com taxas de chegada dependentes de estado, conforme equação 5.1.

As medidas de desempenho de interesse para esse modelo, são aquelas apresentadas na subseção 4.5.2. Essas medidas são as seguintes:

$$I_a = \sum_i i \cdot Pr[i, j, k_1, k_2, k_3], \text{ para}$$

$$1 \leq i \leq N, j = 0; 1 \leq k_1 \leq W, k_2 = k_3 = 0;$$

$$1 \leq i \leq N, j = 0; 1 \leq k_1 = 0, k_2 = 1, k_3 = 0;$$

$$1 \leq i \leq N, j = 0; 1 \leq k_1 = 0, k_2 = 0, k_3 = 1;$$

$$i \leq K, j = 1, k_1 = 0, k_2 = 0, k_3 = 0.$$

$$I_c = \sum_{k_1=1}^W k_1 \cdot Pr[i, j, k_1, k_2, k_3], \text{ para}$$

$$0 \leq i \leq N, j = 0, k_2 = k_3 = 0$$

$$V_a = (N - I_a) \cdot \lambda / N$$

$$A_d \cap A_q = I_a / V_a$$

$$A_t = I_c / V_a$$

$$A_f = (A_d \cap A_q) + A_t$$

5.3.3 EXEMPLO NUMÉRICO

Considera-se uma conexão de sessão com modo de diálogo semi-duplex e quarentena local, apresentando uma fonte assíncrona

dependente de estado associada a 6 terminais, e uma fonte síncrona, com taxa média de geração 20 UDSSs por segundo. Adota-se a disciplina de liberação de UDPSs do tipo comutada. A taxa média de transmissão de UDSTs na conexão de transporte que serve a essa conexão de sessão é de 6 UDSTs por segundo. A capacidade de armazenamento na conexão de transporte é de 6 UDSTs.

Com a fonte assíncrona associada a 6 terminais, a capacidade de armazenamento na entidade de sessão de referência é igual a 6 UDPSs.

Para esse exemplo, tem-se: $N = 6$ UDPSs, $\mu_3 = 20$ UDSSs por segundo, $\mu_1 = \mu_2 = 10$ UDSTs por segundo, e $W_1 = W_2 = 6$ UDPSs (UDSTs).

A figura 5.7 apresenta a medida de desempenho vazão média em função da taxa média de chegada de UDSSs.

A figura 5.8 apresenta a medida atraso médio de admissão sobreposta à medida atraso médio de quarentena, em função da taxa média de chegada de UDSSs. A figura 5.9 apresenta a medida atraso médio fim-a-fim em função da referida taxa.

A figura 5.10 apresenta a participação conjunta das medidas atraso médio de admissão e atraso médio de quarentena na medida atraso médio fim-a-fim, em função da taxa média de chegada de UDSSs no lado assíncrono. Conforme mostra essa figura, pode-se obter a participação da medida atraso médio de transmissão na conexão de transporte, subtraindo da participação total dessas medidas, a participação das demais medidas referenciadas.

As medidas de desempenho mencionadas mostram comportamento semelhante às medidas correspondentes do modelo quarentena local semi-duplex com fonte assíncrona constante, conforme descrito na subseção 4.5.3. Dessa forma, para evitar redundância na descrição do comportamento das medidas de desempenho do presente modelo com aquela apresentada na subseção referenciada, apresenta-se somente as conclusões mais relevantes obtidas a partir da comparação dos resultados apresentados por esses modelos.

Conforme pode-se observar, para um mesmo valor atribuído a K , as medidas de desempenho para ambos os modelos, apresentam o mesmo valor de saturação na medida vazão média, e tendem a um mesmo valor de saturação nas medidas atraso médio de admissão e atraso médio de quarentena, o mesmo acontecendo na medida atraso médio fim-a-fim.

O modelo quarentena local semi-duplex com fonte assíncrona constante com relação a este modelo com fonte assíncrona dependente de estado, para um mesmo valor atribuído a K , apresenta:

- a) A medida de desempenho vazão alcançando seu valor de saturação para taxas de geração de UDSSs menores, e,
- b) As medidas sobrepostas atraso médio de admissão e atraso médio de quarentena, e a medida atraso médio fim-a-fim apresentando valores maiores para taxas médias de geração de UDSSs menores.

Analisando-se intuitivamente esses resultados, observa-se que essas conclusões eram esperadas, uma vez que fontes assíncronas constante geram UDSSs na conexão de sessão mais rapidamente que fontes assíncronas dependentes de estado, significando que o comprimento médio da fila de quarentena é maior para o modelo quarentena local semi-duplex com fonte assíncrona constante.

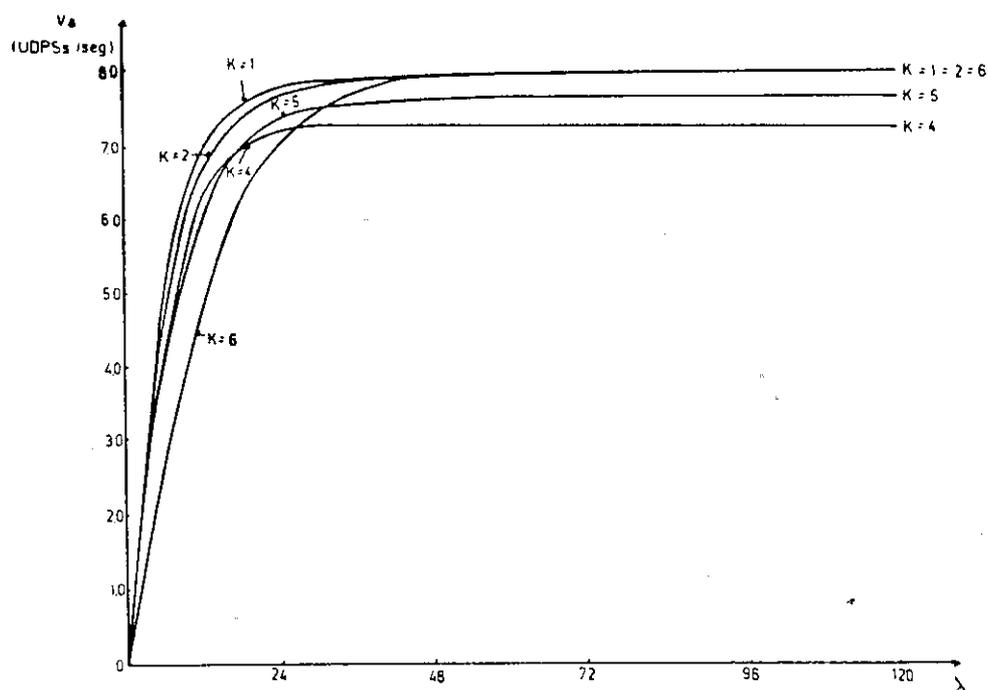


Figura 5.7: Vazão Média vs Taxa Média de Chegada de UDSSs para o Modelo Quarentena Local Semi-Duplex com Fonte Assíncrona Dependente de Estado.

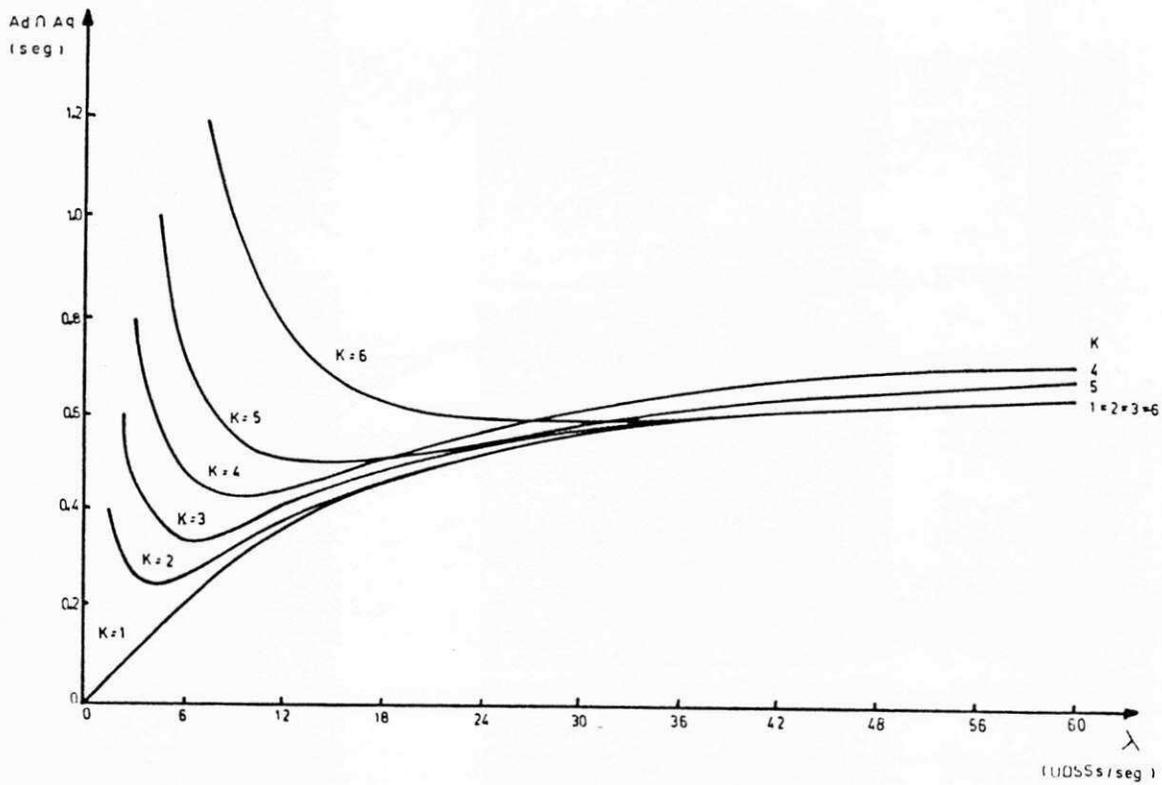


Figura 5.8: Atraso Médio de Admissão e Atraso Médio de Quarentena vs Taxa Média de Chegada para o Modelo Quarentena Local Semi-Duplex com Fonte Assíncrona Dependente de Estado.

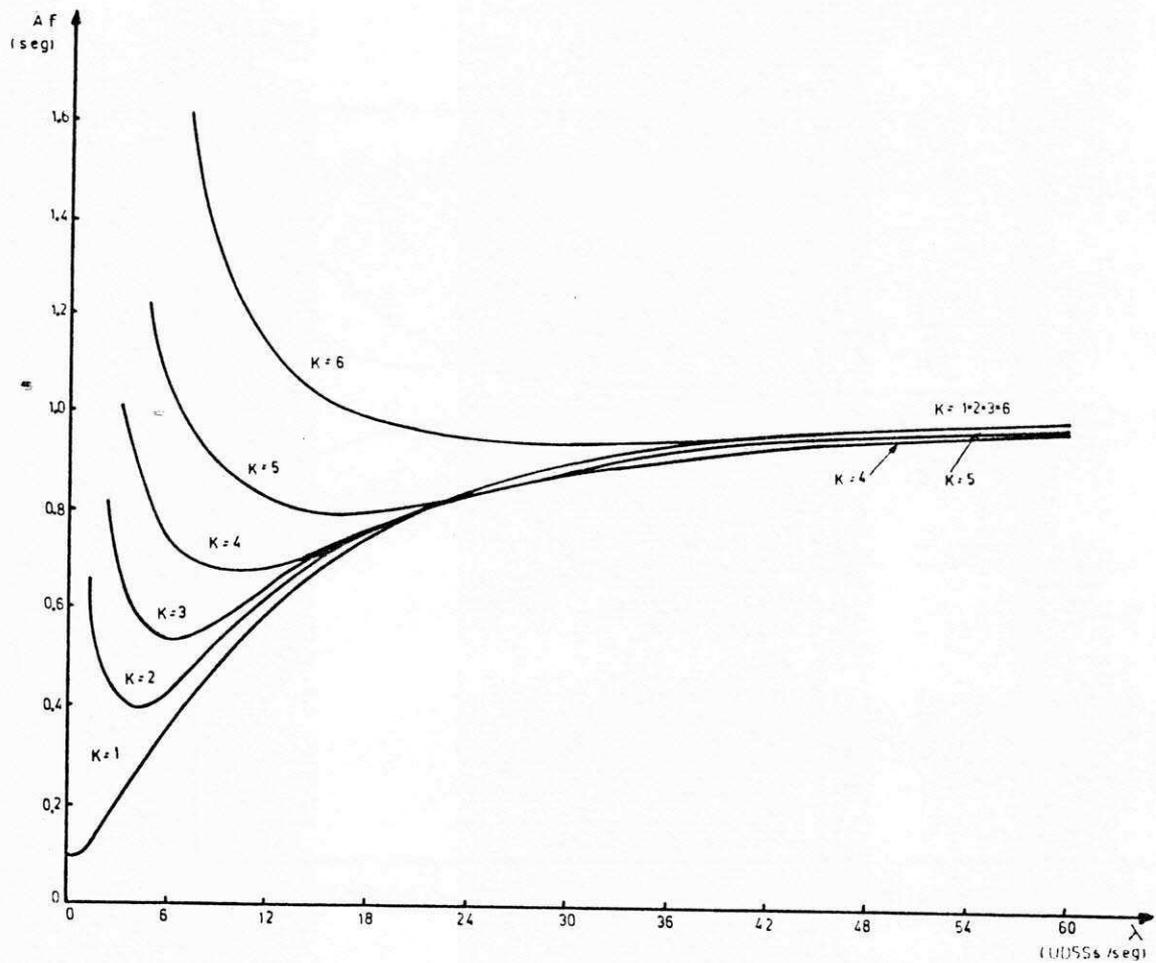


Figura 5.9: Atraso Médio Fim-A-Fim vs Taxa Média de Chegada para o Modelo Quarentena Local Semi-Duplex com Fonte Assíncrona Dependente de Estado.

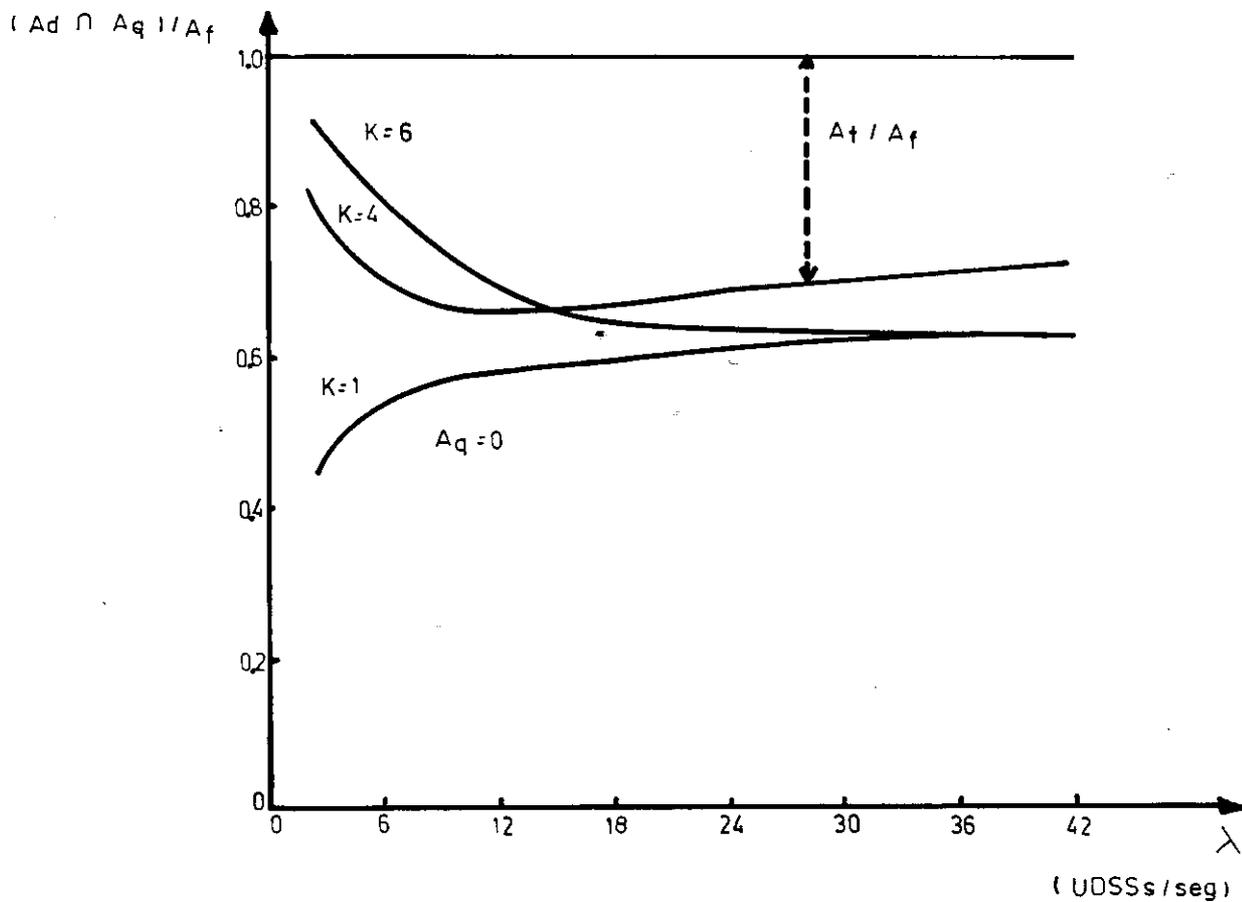


Figura 5.10: Participação Conjunta das Medidas Atraso Médio de Admissão e Atraso Médio de Quarentena na Medida atraso Médio Fim-A-Fim para o Modelo Quarentena Local Semi-Duplex com Fonte Assíncrona Dependente de Estado.

5.4 CONSIDERAÇÕES GERAIS

Este capítulo apresenta um estudo de caso para o modelo de uma conexão de sessão com os serviços gerência de interação com modos de diálogos duplex e semi-duplex, e quarentena de dados com a opção local, considerando o modelo de uma fonte assíncrona dependente de estado.

As considerações gerais para os modelos quarentena local duplex e quarentena local semi-duplex com fonte assíncrona constante, apresentadas na seção 4.7, são válidas para esses modelos com fonte assíncrona dependente de estado, apresentados neste capítulo.

Para taxas média de geração de UDSSs mais altas, por exemplo, taxas em que a medida vazão média é máxima, o modelo quarentena local duplex com fonte assíncrona constante apresenta a medida atraso médio de admissão com valores menores, conforme os valores atribuídos a K sejam maiores. Esse resultado pode ser observado intuitivamente, onde para valores menores de K , o comprimento médio da fila de admissão e, conseqüentemente, o atraso médio de admissão, assumem valores maiores.

O modelo quarentena local duplex com fonte assíncrona dependente de estado, com referência a essas taxas, apresenta a medida atraso médio de admissão com valores iguais para quaisquer que sejam os valores atribuídos a K . Esse resultado é consequência do comprimento médio da fila de quarentena não depender do valor atribuído a K .

Os modelos quarentena local semi-duplex com fonte assíncrona constante e fonte assíncrona dependente de estado, mostram medidas de desempenho com comportamento semelhante, não apresentando particularidades nos seus resultados.

CAPITULO 6

CONCLUSOES E SUGESTOES DE CONTINUIDADE DA TESE

6.1 CONCLUSOES

Estudos em modelagem e avaliação de desempenho do protocolo de sessão são necessários ao projeto de redes de computadores cujas aplicações oferecidas aos seus usuários, requerem os serviços da camada de sessão.

A presente tese inicia esses estudos modelando o protocolo de sessão com duas configurações de serviços: a primeira, representando a configuração mínima de serviços de sessão, considera os serviços transferência de dados normais e gerência de interação com os modos de diálogos duplex e semi-duplex, e a segunda, considera o serviço transferência de dados normais e os serviços gerência de interação e quarentena de dados, com os modos de diálogos duplex e semi-duplex, e as opções local e remota. Apresenta como modelo básico, o modelo de uma conexão de sessão na fase de transferência de dados.

A escolha de uma configuração de serviços de sessão depende da aplicação considerada. Considera-se como exemplos, as

aplicações transferência de arquivos e o serviço telecompras, respectivamente direcionadas à primeira e à segunda configuração de serviços mencionadas.

A modelagem do serviço gerência de interação, apresentada no capítulo 3, com o modo de diálogo duplex (modelo duplex), mostra uma situação onde não há bloqueio de UDSSs na camada de sessão, desta forma, esse modelo não introduz atraso de admissão nesta camada. Com o modo de diálogo semi-duplex, apresenta modelos distintos conforme a geração de UDSSs na conexão de sessão seja de forma síncrona e/ou assíncrona (modelo semi-duplex com geração assíncrona de UDSSs e modelo semi-duplex com geração assíncrona e síncrona de UDSSs).

Os modelos com modo de diálogo semi-duplex introduzem a medida atraso médio de admissão na medida atraso médio fim-a-fim da conexão de sessão. Apresentam a disciplina de liberação de UDSSs como um parâmetro essencial no desempenho desses modelos. Esta tese considera a disciplina limitada que engloba dois casos particulares de disciplinas: a não exaustiva e a comutada.

O modelo semi-duplex com geração assíncrona de UDSSs representa uma situação onde não há sincronismo na geração de UDSSs na camada de sessão. Observa-se para esse modelo, com a disciplina não exaustiva, a participação da medida de desempenho atraso médio de admissão como majoritária na medida atraso médio fim-a-fim. Nesse modelo, a medida atraso médio de admissão apresenta um comportamento atípico. Esse comportamento deve-se ao bloqueio da ficha de dados que chegando a uma entidade de sessão

que não tem UDPSs bloqueadas, deve aguardar a chegada de uma UDSS para que ambas sejam enviadas à entidade de sessão par.

O modelo semi-duplex com geração assíncrona e síncrona de UDSSs, utiliza a disciplina do tipo limitada que permite avaliar seu desempenho em função do valor atribuído ao número máximo de UDPSs que podem ser liberadas quando uma entidade de sessão recebe a ficha de dados.

Observa-se nos modelos com modo de diálogo semi-duplex, a participação da medida atraso médio de admissão como significativa na medida atraso médio fim-a-fim.

A modelagem de uma conexão de sessão com a segunda configuração de serviços de sessão referenciada, apresentada nos capítulos 4 e 5, depende do modo de diálogo (duplex ou semi-duplex), e da opção de quarentena (local ou remota).

Os modelos considerados combinam os modos de diálogos e as opções de quarentena de dados referenciados. O capítulo 4 apresenta esses modelos com fontes assíncronas constantes. O capítulo 5 apresenta um estudo de caso para os modelos com os modos de diálogos duplex e semi-duplex com a opção quarentena local, considerando fontes assíncronas dependentes de estado.

O capítulo 5, enfatiza a análise do modelo quarentena local duplex com fonte assíncrona dependente de estado. Esse modelo, apresenta a medida atraso médio de admissão independentemente do comprimento atribuído a uma UQD, para taxas média de chegadas de UDSSs em que a medida vazão média é máxima.

O comprimento de uma UQD é um parâmetro importante no desempenho desses modelos. Outro parâmetro importante para os modelos com o modo de diálogo semi-duplex, é a disciplina de liberação de UDPSSs. No modelo quarentena local semi-duplex, os efeitos da participação conjunta dos serviços gerência de interação e quarentena de dados estão presentes, fazendo com que as disciplinas de liberação de UDPSSs sejam redefinidas em função dessa participação conjunta de serviços.

O modelo quarentena local duplex pode apresentar a medida atraso médio de quarentena adicionada a medida atraso médio de admissão. A medida atraso médio de admissão, corresponde ao tempo médio de bloqueio de UDPSSs na camada de sessão devido à falta de espaço de armazenamento para a recepção dessas unidades que compõem UQDs na camada de sessão.

A adição das medidas atraso médio de admissão e atraso médio de quarentena no modelo quarentena local duplex, não é um efeito da participação conjunta dos serviços gerência de interação e quarentena de dados. Essa adição, ressalta-se, representa uma situação particular para esse modelo devido à restrição da limitação da capacidade de armazenamento na conexão de transporte.

Comparando a medida atraso médio fim-a-fim nos modelos com o modo de diálogo duplex com fontes assíncronas constantes, observa-se que o modelo quarentena local duplex apresenta maiores valores desta medida que o modelo quarentena remota duplex. Esse resultado deve-se à introdução da medida atraso médio de admissão

que no primeiro modelo, é somada a medida atraso médio de quarentena.

Os modelos com os serviços quarentena de dados com modo de diálogo semi-duplex, introduzem as medidas atraso médio de admissão e atraso médio de quarentena na medida atraso médio fim-a-fim da conexão de sessão. O modelo quarentena remota semi-duplex apresenta essas medidas separadas, permitindo então, conhecer a participação efetiva de cada um dos serviços referenciados no desempenho deste modelo. O modelo quarentena local semi-duplex, apresenta essas medidas sobrepostas. Os efeitos da participação conjunta dos serviços gerência de interação e quarentena de dados, estão presentes nesse modelo, onde no seu lado assíncrono, UDs são formadas enquanto este lado espera a recepção da ficha de dados.

Comparando a medida atraso médio fim-a-fim dos modelos com o modo de diálogo semi-duplex com fontes assíncronas constante, observa-se que o modelo quarentena local semi-duplex apresenta menores valores desta medida que o modelo quarentena remota semi-duplex. Esse resultado deve-se à sobreposição das medidas atraso médio de admissão e atraso médio de quarentena que compõem a referida medida.

A medida atraso médio de quarentena apresenta um comportamento atípico para taxas médias de chegadas de UDSSs menores. Esse comportamento atípico faz-se presente na adição (sobreposição) desta medida com a medida atraso médio de admissão, para os modelos com quarentena local e diálogo duplex

(semi-duplex), e, conseqüentemente, na medida atraso médio fim-a-fim da conexão de sessão.

A modelagem do protocolo de sessão com a configuração mínima de serviços mencionada, é relevante na análise de desempenho de uma rede de computadores somente quando o modo de diálogo é semi-duplex. Nesse caso, a camada de sessão introduz a medida atraso médio de admissão, como parcela significativa da medida atraso médio fim-a-fim da conexão de sessão.

Essa modelagem com a configuração de serviços envolvendo os serviços gerência de interação e quarentena de dados, é sempre relevante na referida análise. Nesse caso, há a introdução das medidas atraso médio de admissão (exceto para o modelo quarentena remota duplex) e atraso médio de quarentena, como parcelas significativas na medida atraso médio fim-a-fim da conexão de sessão.

A presente tese mostra que o desempenho do protocolo de sessão não é intuitivo em alguns modelos, e, finalmente, pode-se concluir que esta tese mostra a participação do protocolo de sessão como relevante na modelagem de protocolos de alto nível, e como tal, parte significativa no desempenho de uma rede de computadores.

Os estudos em modelagem e avaliação de desempenho da camada de sessão apresentados nesta tese, são contribuições pioneiras que podem servir de base para estudos mais abrangentes desta camada. Resultados parciais da presente tese foram publicados: modelagem do serviço gerência de interação em [20-24], e

modelagem do serviço quarentena de dados em [25].

6.2 SUGESTÕES DE CONTINUIDADE DA TESE

Sugestões de continuidade desta tese são necessárias no sentido de estudar de forma mais abrangente a participação da camada de sessão na modelagem e avaliação de desempenho de protocolos de alto nível.

Outros serviços da camada de sessão diferentes dos abordados nesta tese podem ser modelados. Propõe-se como exemplos, os serviços transferência de dados urgentes e gerência de atividades. Esses serviços sugerem contribuir significativamente nas medidas de desempenho dessa camada.

[24] apresenta a modelagem do serviço gerência de interação com modo de diálogo semi-duplex direcionado à aplicação processamento de transações. Considera como modelo básico, o modelo de uma conexão de sessão, conforme apresentado nesta tese. Contudo, essa aplicação constitui-se de transações do tipo pergunta/resposta, onde os serviços orientados à conexão não são adequados devido ao "overhead" necessário ao estabelecimento, manutenção e liberação da conexão de sessão. Sugere-se a modelagem do protocolo de sessão direcionada à aplicação processamento de transações, considerando o serviço transferência de dados unitários, que permite a transferência de dados entre usuários SS pares sem o estabelecimento de uma conexão de sessão.

Com relação aos modelos propostos nesta tese, pode-se

sugerir as seguintes extensões:

Para os modelos do serviço quarentena de dados, sugere-se estudos considerando o comprimento de uma unidade de quarentena variável, conforme uma distribuição especificada, por exemplo, a distribuição exponencial; para os modelos com modo de diálogo semi-duplex, pode-se considerar outras disciplinas de liberação de UDPs. Um exemplo, é a disciplina exaustiva, que permite a liberação de UDPs que chegam a camada de sessão quando a entidade de sessão detem a ficha de dados. Finalmente, sugere-se procurar soluções analíticas (usando teoria das filas), ou soluções numéricas aproximadas (usando simulação ou análise numérica aproximada), sem restrições que comprometam os modelos apresentados nesta tese, os quais foram solucionados através de cadeias de Markov.

APENDICE A

ABREVIATURAS E NOTACAO

A.1 ABREVIATURAS

UDSS : Unidade de Dados do Serviço de Sessão.

UDPS : Unidade de Dados do Protocolo de Sessão.

UDST : Unidade de Dados do Serviço de Transporte.

UDPT : Unidade de Dados do Protocolo de Transporte.

UQD : Unidade de Quarentena de Dados.

SS : Serviço de Sessão.

FA : Fila de Admissão.

FQ : Fila de Quarentena.

FF : Fila da Ficha de Dados.

EA : Escalonador de Admissão.

CQ : Controlador de Quarentena.

SR : Sistema de Resposta.

CT : Conexão de Transporte.

A.2 NOTAÇÃO

λ : Taxa média de chegada de UDSSs à entidade de sessão com geração assíncrona de UDSSs.

μ : Taxa média de transmissão de UDSTs na conexão de transporte.

N : Número máximo de UDPSSs que a camada de sessão pode armazenar.

W : Número máximo de UDPSSs que uma entidade de sessão pode liberar à conexão de transporte com a chegada da ficha de dados / número máximo de UDSTs que a conexão de transporte pode armazenar.

K : Comprimento em UDPSSs de uma unidade de quarentena de dados.

l_a : Comprimento médio da fila de admissão.

l_c : Comprimento médio de UDSTs na conexão de transporte.

l_q : Comprimento médio da fila de quarentena.

V_a : Vazão média.

A_t : Atrazo médio de transmissão na conexão de

transporte.

Ad : Atraso médio de admissão.

Aq : Atraso médio de quarentena.

Af : Atraso médio fim-a-fim.

Ad \cap Aq : Sobreposição de Ad com Aq.

APENDICE B

VALIDACAO PARCIAL DO MODELO QUARENTENA LOCAL DUPLEX

Demonstra-se para o modelo quarentena local duplex com fonte assíncrona dependente de estado que o comprimento médio da fila de quarentena é igual para qualquer comprimento atribuído a uma UQD.

Admite-se a suposição que as taxas média de chegadas de UDSSs são suficientemente altas, para que a seguinte condição se verifique: a fila de quarentena está no limite de sua capacidade de armazenamento de UDPSS quando a conexão de transporte dispõe de capacidade de armazenamento para a recepção de uma UQD. Essa suposição é necessária para que o comprimento médio da fila de quarentena varie entre M e $(M - K)$ UDPSS.

Considera-se a seguinte notação:

M : comprimento máximo da fila de quarentena.

T : tempo médio de transmissão de uma UDST na conexão de transporte.

t_i : tempo médio de permanência de i UDPSS na fila de quarentena.

p : probabilidade da fila de quarentena armazenar i UDPSs.
 i : comprimento médio da fila de quarentena com uma UQD de
 K comprimento K .

Sabendo que:

$$i_K = \sum_{i=1}^M i \cdot p_i, \quad \text{onde } p_i = t_i / T$$

$$i_K = 1 / KT \cdot \sum_{i=M}^{M-K} i \cdot t_i, \quad \text{onde } t_M = KT - \sum_{i=M-1}^{M-K} t_i$$

Para $K = 1$, tem-se:

$$i_1 = 1 / T \cdot \left((M-1) \cdot t_{M-1} + M \cdot (T - t_{M-1}) \right) = M - t_{M-1} / T \quad (B.1)$$

Para $K = n$, tem-se:

$$i_n = (1 / n \cdot T) \cdot \left(M \cdot \left(n \cdot T - \sum_{i=1}^n t_{M-i} \right) + \sum_{i=1}^n (M-i) \cdot t_{M-i} \right) \quad (B.2)$$

B.1 TEOREMA

Admitindo a hipótese que $t_i = 1 / (M-i) \cdot 1/M$, então para qualquer que seja n inteiro positivo,

$$i_n = (1 / n \cdot T) \cdot \left(M \cdot \left(n \cdot T - \sum_{i=1}^n t_{M-i} \right) + \sum_{i=1}^n (M-i) \cdot t_{M-i} \right) = M - t_{M-1} / T \quad (B.3)$$

Prova: Usando o método da indução finita [26], observa-se

para $n = 1$, de acordo com a igualdade B.1, que a igualdade B.3 é verdadeira. Assumindo a igualdade B.2 verdadeira para $n = k$, com $k \geq 1$, deve-se provar para $n = k + 1$, que a igualdade B.3 também é verdadeira.

Substituindo n por $k + 1$ em B.2 e simplificando esta igualdade, tem-se:

$$1/(n+1).T.(M.(n+1).T - \sum_{i=1}^{n+1} t_{M-i}) + \sum_{i=1}^{n+1} (M-i).t_{M-i} = M-t_{M-1} / T$$

Portanto, a igualdade B.3 é verdadeira qualquer que seja n inteiro positivo.

Conclui-se então, com a suposição referenciada e considerando taxas de chegadas de UDSSs dependentes de estado, que o comprimento médio da fila de quarentena independe de valor atribuído ao comprimento de uma UQD.

APENDICE C

DIAGRAMAS DE ESTADO

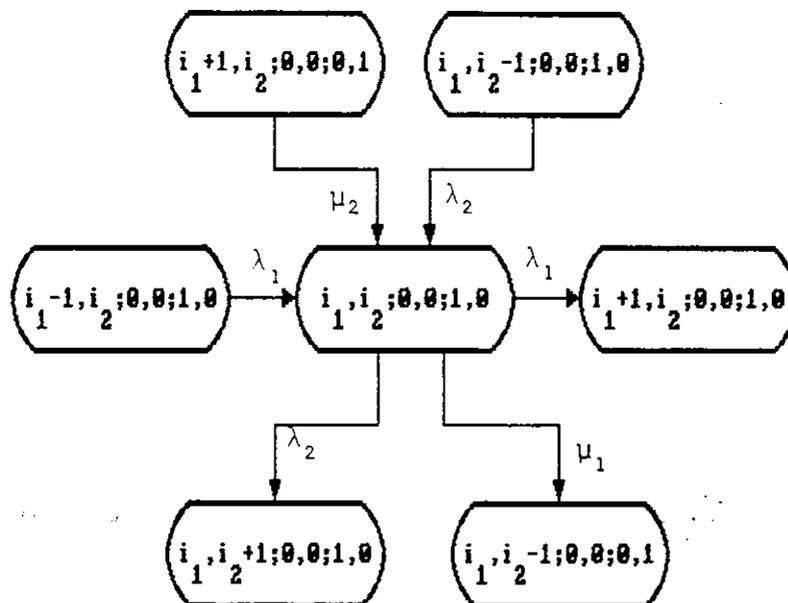
C.1 MODELO SEMI-DUPLEX COM GERAÇÃO ASSÍNCRONA DE UDSSs

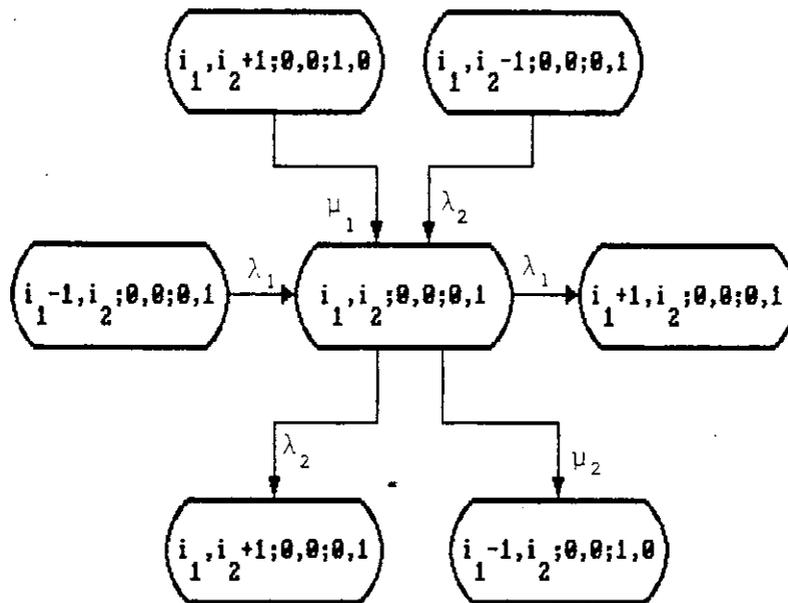
Estado: $(i_1, i_2; j_1, j_2; k_1, k_2)$

Total de Estados: $2 \cdot N_1 \cdot N_2 + 3 \cdot (N_1 + N_2) + 4$

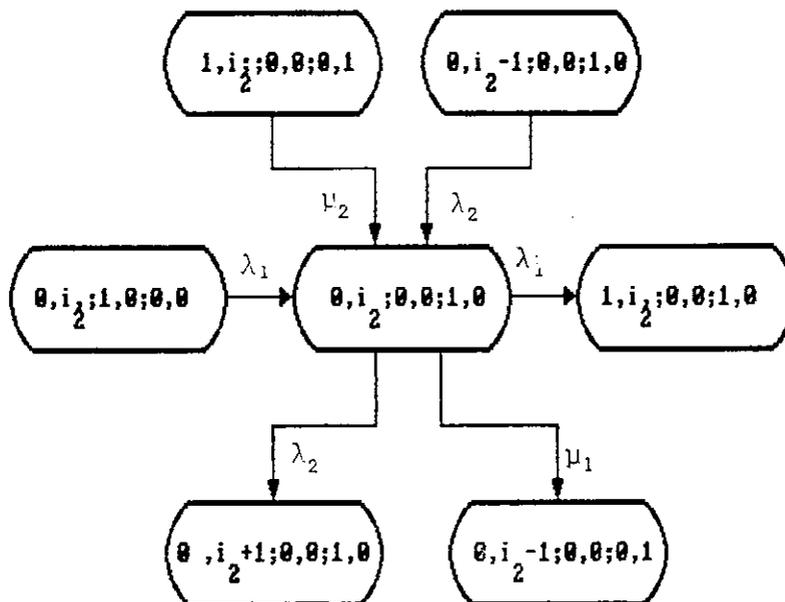
Disciplina de Liberação de UDSSs: Não Exaustiva

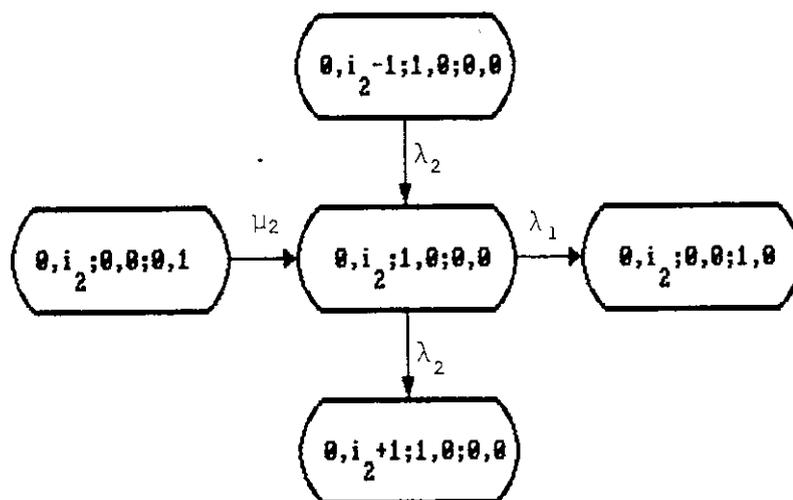
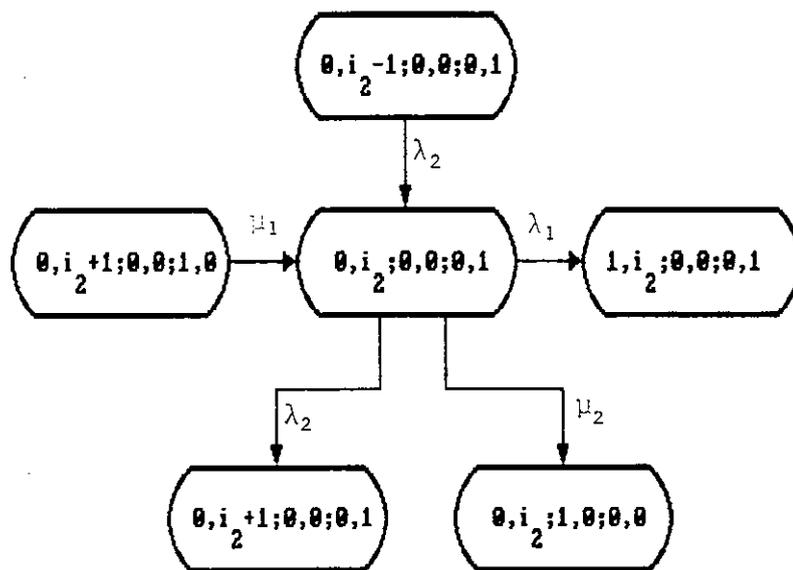
a) $1 \leq i_1 \leq N_1$ e $1 \leq i_2 \leq N_2$



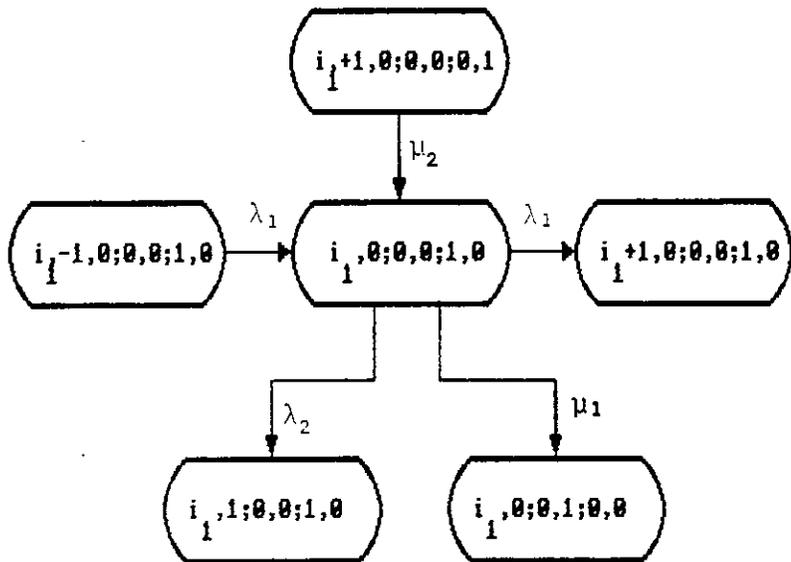
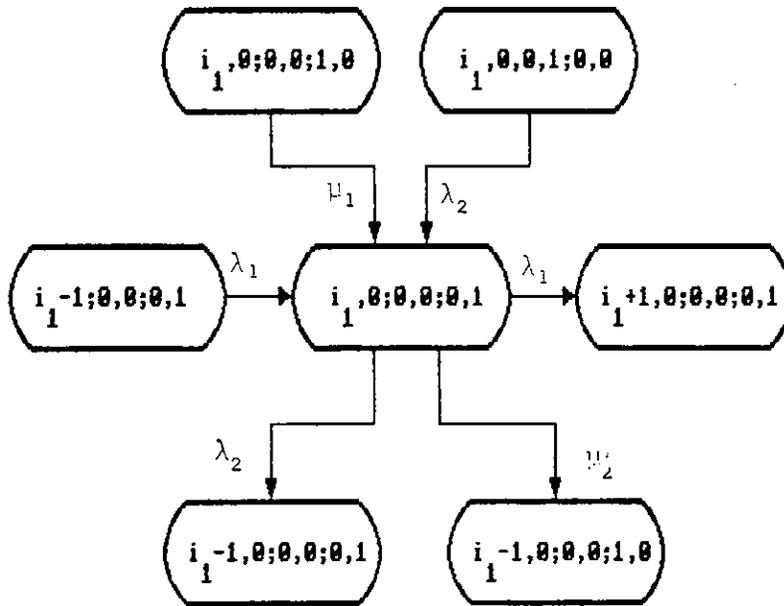


b) $i_1 = 0$ e $1 \leq i_2 \leq N_2$





c) $1 \leq i_1 \leq N$ e $i_2 = 0$



C.2 MODELO SEMI-DUPLEX COM GERAÇÃO ASSÍNCRONA E SÍNCRONA DE UDSSs

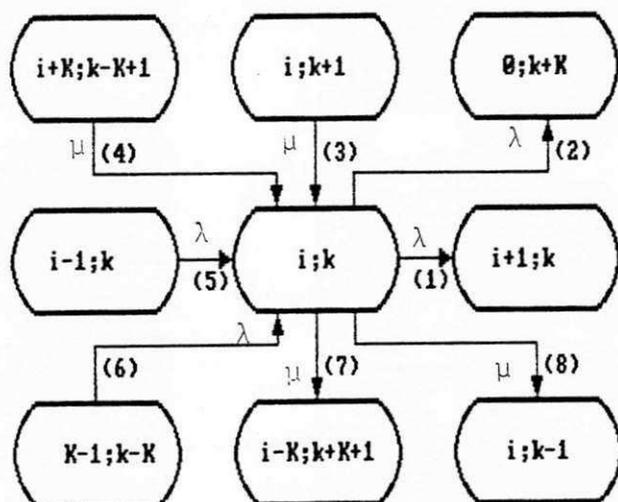
O modelo semi-duplex com geração assíncrona e síncrona de UDSSs representa o caso particular do modelo quarentena local semi-duplex quando $K = 1$.

Os diagramas de estado para o presente modelo podem ser obtidos na seção C.5 considerando o valor de K igual a 1. A seção referenciada apresenta os diagramas de estados do modelo quarentena local semi-duplex.

C.3 MODELO QUARENTENA LOCAL DUPLEX

Estado: $(i:k)$

Total de Estados: $K \cdot (M + N - K + 2)$



(1) $i < k-1$ ou $(i \geq K-1 \text{ e } k+K > N)$

(2) $i = K-1$ ou $k+K \leq N$

(3) $(i < K \text{ e } k < N)$ ou $(i \geq K \text{ e } k+K > N)$

(4) $i+k \leq M$ e $k-K+1 > 0$

(5) $(i \geq K \text{ e } k+K > N)$ ou $i < K$

(6) $k \geq K$ e $i = 0$

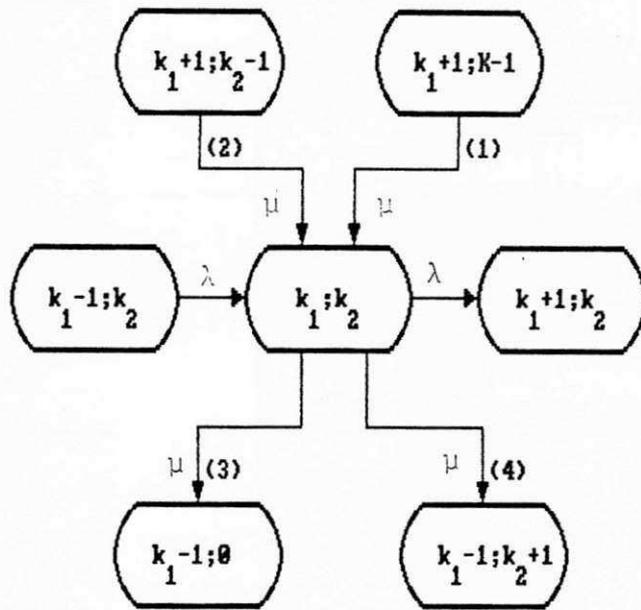
(7) $i \geq K$ e $k \leq N-K+1$

(8) $(k = 0 \text{ e } i < K)$ ou $(k+K-1 > N)$

G.4 MODELO QUARENTENA REMOTA DUPLEX

Estado: (k_1, k_2)

Total de Estados: $K(N + 1)$



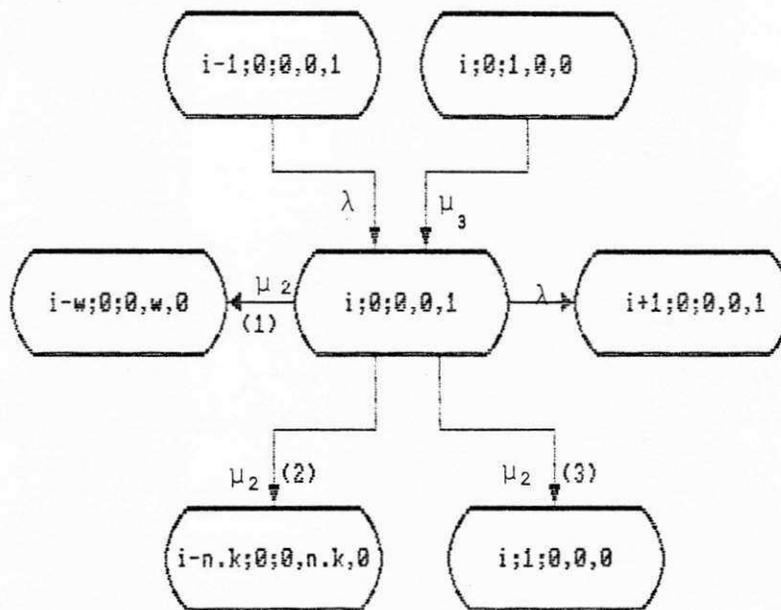
- (1) $k_2 = 0$
- (2) $0 \leq k_2 \leq K$
- (3) $k_2 = K-1$
- (4) $k_2 < K-1$

C.5 MODELO QUARENTENA LOCAL SEMI-DUPLEX

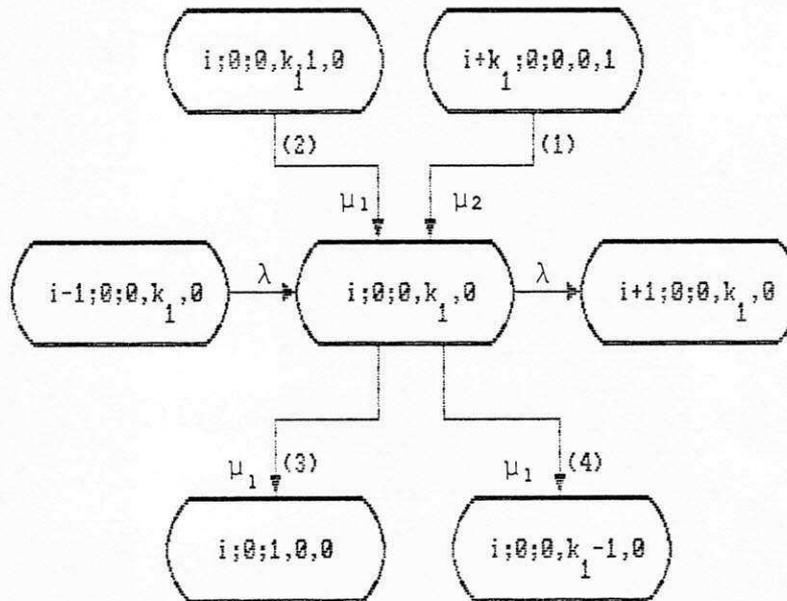
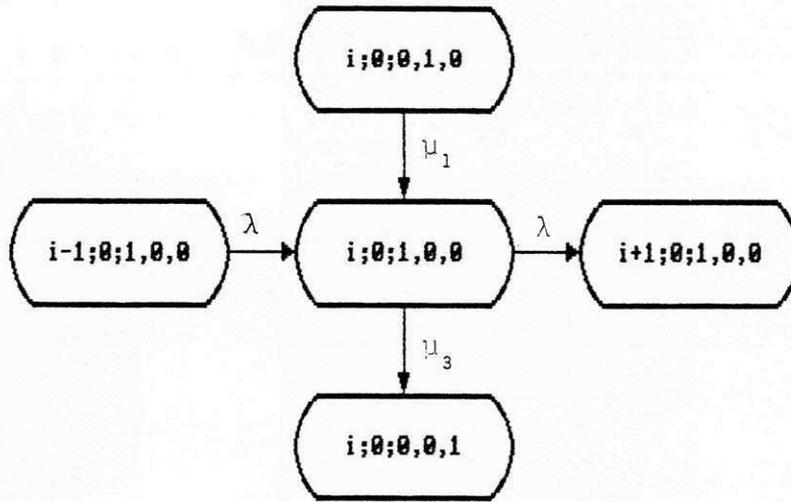
Estado: $(i; j; k_3, k_1, k_2)$

Total de Estados: $N \cdot (W + 2) + W + K + 2$

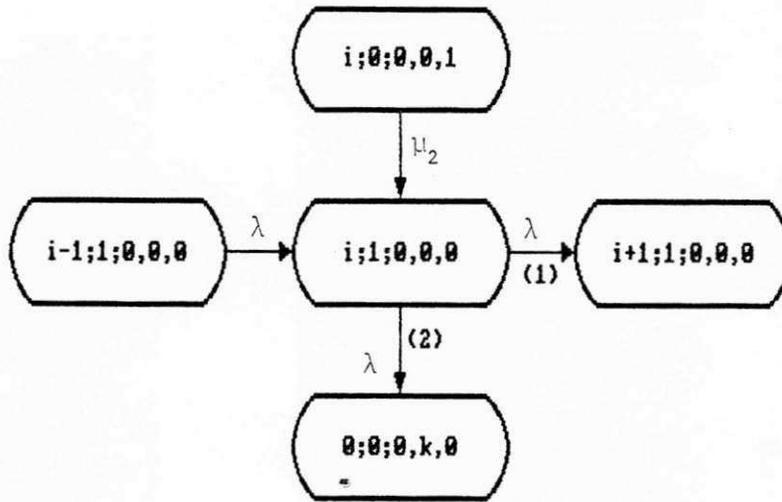
a) $1 \leq i \leq N$



- (1) $i \geq w$
- (2) $i \geq K$ e $n.K < w$
- (3) $i < K$

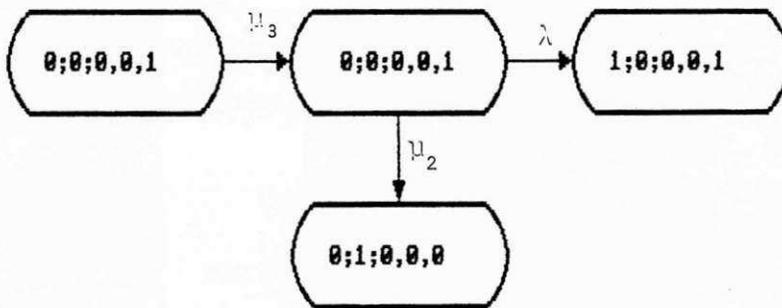


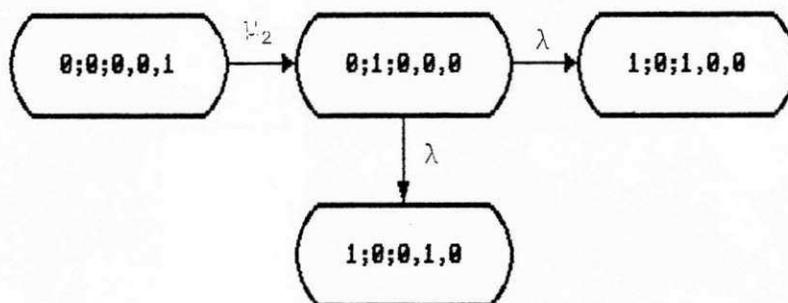
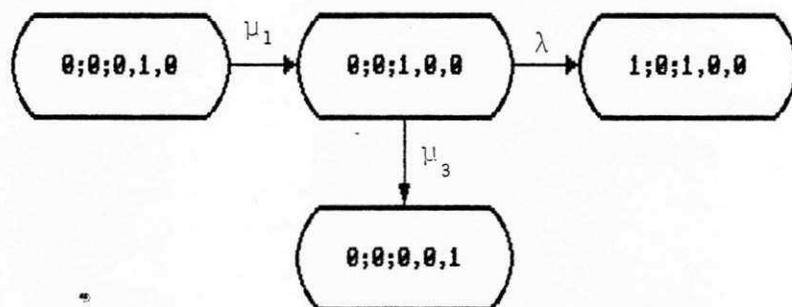
- (1) $k_1 = n.K, i < K \text{ e } i + k_1 \leq N$
- (2) $k_1 < w$
- (3) $k_1 = 1$
- (4) $k_1 > 1$

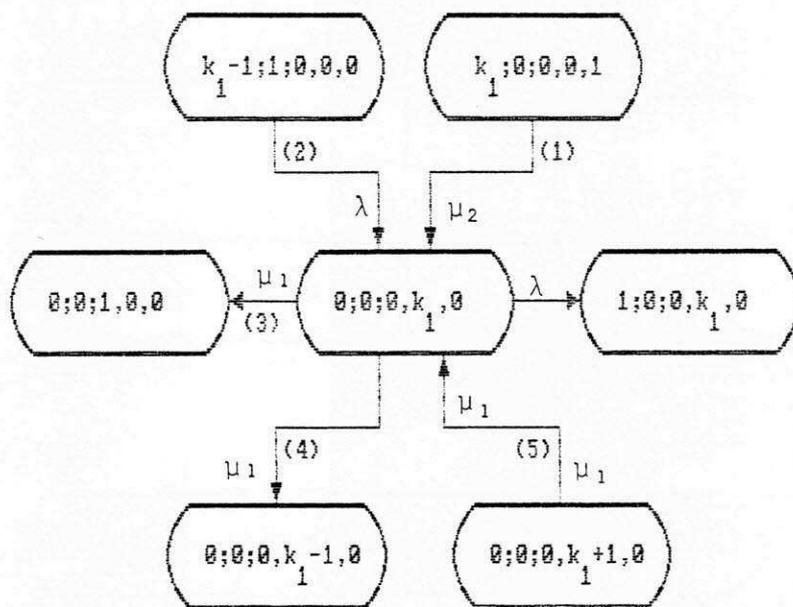


- (1) $i < K-1$
 (2) $i = K-1$

b) $i = 0$







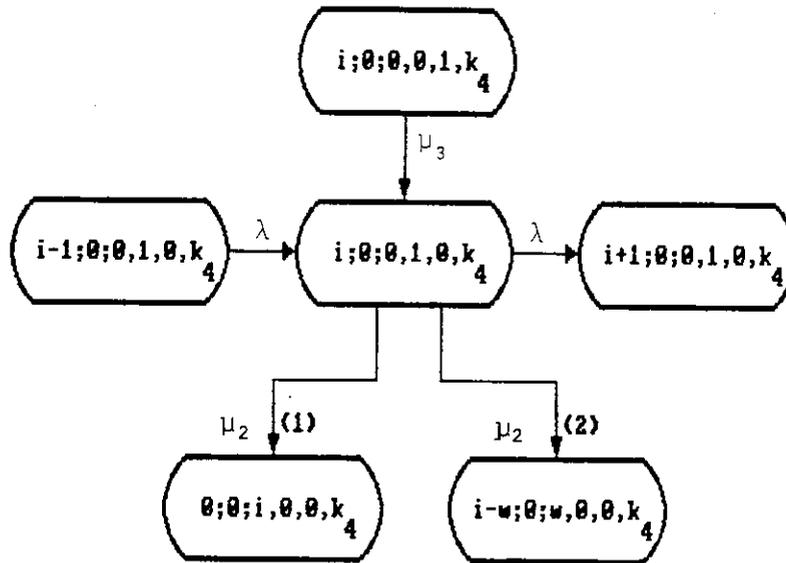
- (1) $k_1 = n.K \text{ e } k_1 \leq w$
- (2) $k_1 = K$
- (3) $k_1 = 1$
- (4) $k_1 > 1$
- (5) $k_1 < w$

C.6 MODELO QUARENTENA REMOTA SEMI-DUPLEX

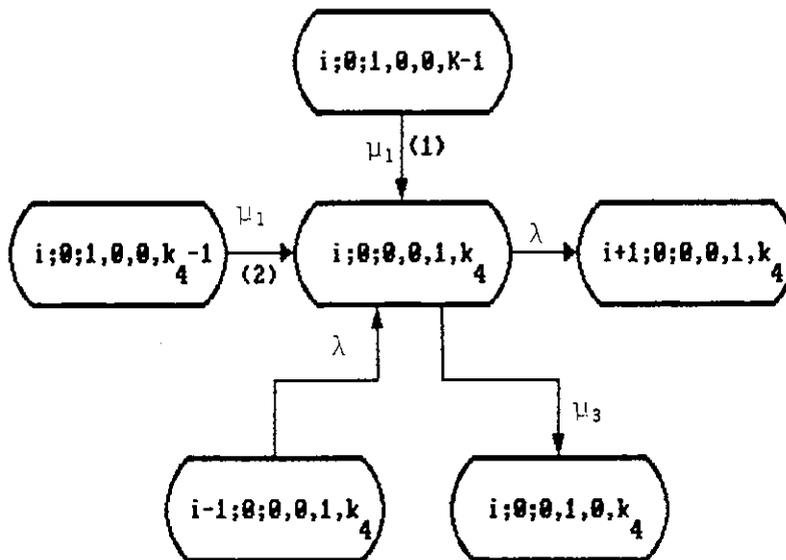
Estado: $(i; j; k_1, k_2, k_3, k_4)$

Total de Estados: $K \cdot (N \cdot (W + 2) + W + 2)$

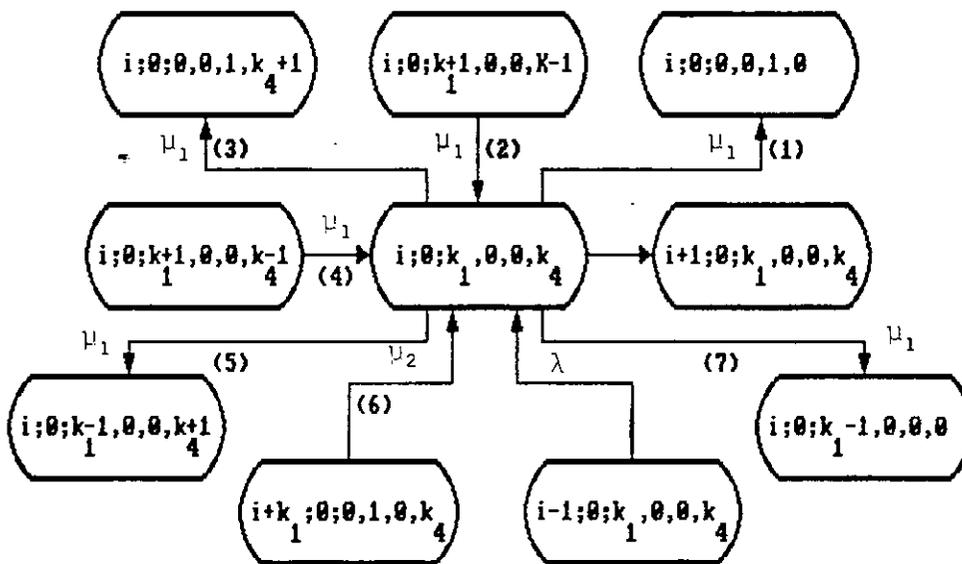
a) $1 \leq i \leq N$ e $0 \leq k_4 \leq K-1$



- (1) $i = w$
- (2) $i > w$

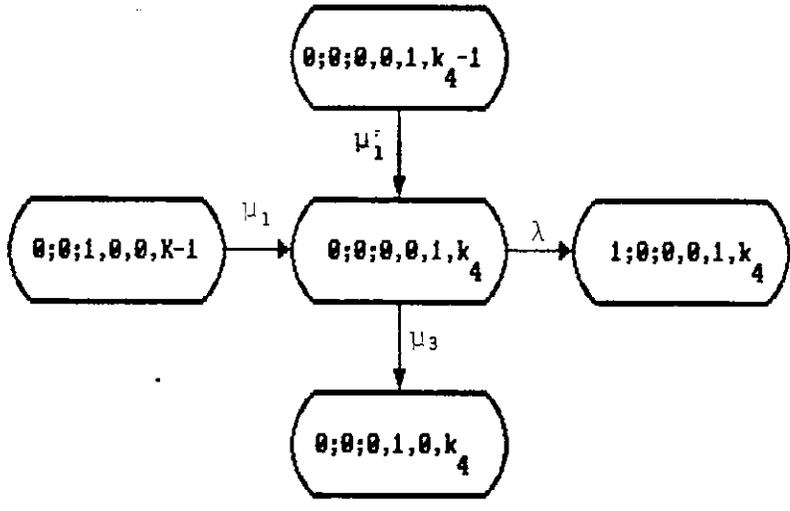
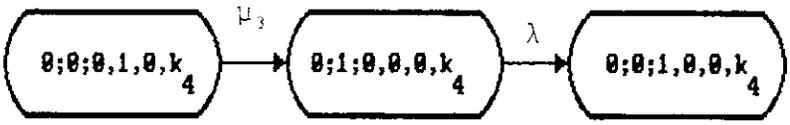
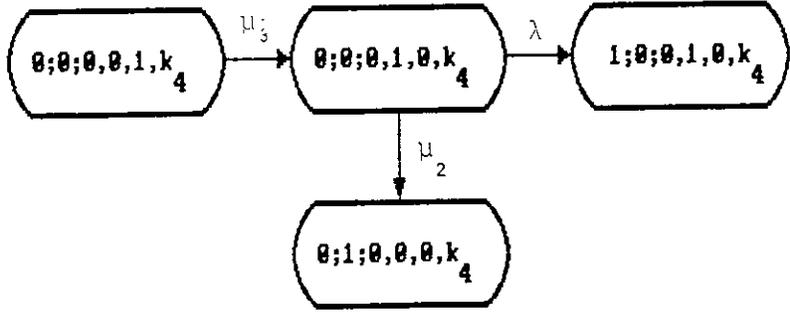


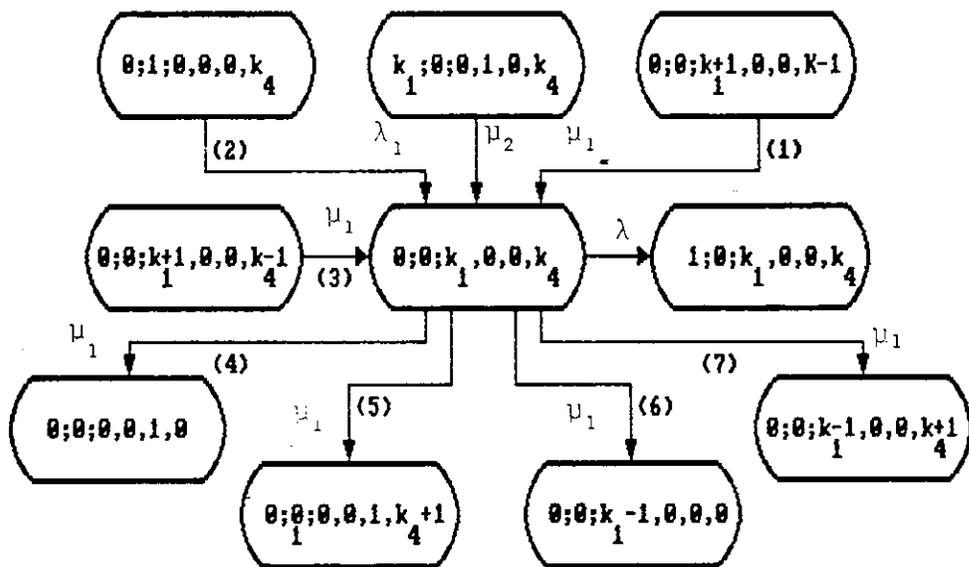
- (1) $k_4 = 0$
- (2) $k_4 > 0$



- (1) $k_4 = 0$
- (2) $k_4 > 0$ e $k_1 < w$
- (3) $i + k_1 \leq N$ e $k_1 = w$
- (4) $k_1 > 1$ e $k_4 = K-1$
- (5) $k_1 = 1$ e $k_4 = K-1$
- (6) $k_1 = 1$ e $k_4 < K-1$
- (7) $k_1 > 1$ e $k_4 < K-1$

b) $i = 0 \text{ e } 1 \leq k \leq K-1$





- (1) $k_4 = 0$ e $k_1 < w$
 1
- (2) $k_4 = 1$
 1
- (3) $k_4 > 0$ e $k_1 < w$
 1
- (4) $k_4 = 1$ e $k_1 = K-1$
 1 4
- (5) $k_4 = 1$ e $k_1 < K-1$
 1 4
- (6) $k_4 > 1$ e $k_1 = K-1$
 1 4
- (7) $k_4 > 1$ e $k_1 < K-1$
 1 4

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] International Standards Organization - ISO: Data Processing - Open System Interconnection, Basic Reference Manual, ISO/TC 97/SC16/537, March 1981.
- [2] Sauv e, J.P. & Cabral, M.I.C: Modelagem de Redes de Recursos de Usuários em Redes a Longa Dist ncia, GRC/UFPB RT04/84, Maio de 1984.
- [3] Reiser, M.: Performance Evaluation of Data Communication Systems, Proceedings of the IEEE, Vol. 70, No.2, February 1982, p. 171-195.
- [4] Schwartz, M. and Stern, T.E.: Routing Techniques used in Computer Communication Networks, IEEE Transactions on Communications, Vol. COM-38, No. 4, April 1980, p. 539-552.
- [5] Reiser, M.: A Queuing Network Analysis of Computer Communications Networks with Window Flow Control, IEEE Trans. Comm. COM-27, 8, August 1979, p. 1199-1209.
- [6] Wong, J. W.: Flow Control Message-Switched Communication Networks, Computer Communications, Vol. 1., No. 2, April 1978 p. 67-74.
- [7] Kamoun, F., & Kleinrock, L.: Analysis of Shared Finite in a Computer Network Environment under General Traffic Conditions, IEEE Transactions on Communications, Vol. COM-28, 1980,

p. 992-1003.

[8] Reiser, M.: Admission Delays on Virtual Routes with Window Flow Control: Performance of Data Communication Systems and their Applications, G. Pujolle, North-Holland, Amsterdam, 1981, p. 67.76.

[9] Thomasian, A. & Bay, P.: Model of a Computer Communication Network, ACM 0-89791-136-9/84/006/0225, 1984, p.225-232.

[10] Cabral, M.I.C. & Sauvé J.P.: Modelagem de M ltiplas Conex es de Transporte com Controle de Fluxo de Janela, Anais do 3o.SBRC, Rio de Janeiro, RJ, abril de 1985, p. 16.1 - 16.14.

[11] Moura, J.A.B.: Hierarchical Modelling of Local Area Networks Under File transfer, Ph.D. Thesis in Electrical Engineering, University of Waterloo, Waterloo, Canada, 1982.

[12] Mussi, J.M.F., Field, J.A. & Wong, J.W.: An Analytic Model for the Performance of Network Based File Servers: CCNG, Univ. de Waterloo, Ont., Canadá, 1985.

[13] S  C.C., Brasileiro M.A.G. & Moura, J.A.B.: Modelagem de Aplica es em Redes Locais, Anais do 5o. SBRC, São Paulo, S.P., abril de 1987, p.233 - 249.

[14] Emmons, W.F.. & Chandler, A.S.: OSI Session Layer: Services and Protocols, Proc. of the IEEE, Vol.71, No.12, December 1983, 1397-1400.

[15] DP8326 Open Systems Interconnection Basic Connection Oriented Session Service Definitions, Doc. ISO/TC 97/SC 16N1442,

march 1987.

[16] DP8327 Open Systems Interconnection Basic Connection Oriented Session Protocol Specification, Doc. ISO/TC 97/SC 16N1443, march 1987.

[17] Moura, J.A.B. et alii: Redes Locais de Computadores - Protocolos de Alto Nível e Avaliação de Desempenho, McGraw-Hill Ltda., 1986.

[18] Nielsen, F.H. & Heafner, J.F.: Description of a Planned Federal Information Processing Standard for the Session Protocol, Proc. COMPCON, Spring 82 (IEEE Catalog No. 82 CH 1739-2), february 1982, p. 272-278.

[19] Kleyrock, L.: Queueing Systems, Vol. 1, Theory, Wiley - Interscience, N.Y., 1975.

[20] Sauer, C.H. & Chandy, K.M.: Computer Systems Performance Modeling, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N.J., 1981.

[21] Cabral, M.I.C. & Sauv e, J.P.: Modelagem do Serviço Gerenciamento de Diálogo da Camada de Sessão, Anais do 4o. SBRC, Recife, Pe, Julho de 1986, p. 42-57.

[22] Cabral, M.I.C. & Sauv e, J.P.: Modelagem de uma Conexão de Sessão com Bloqueio na Camada de Sessão, Anais do XIII SEMISH, Recife, Pe, Julho de 1986.

[23] Cabral, M.I.C. & Sauv e, J.P.: Modelling of Dialogue Management in the Session Layer, IEEE Global Telecommunications Conference, Vol. 2, Houston, Texas, E.U.A., December 1986,

p. 22.6.1-22.6.4.

[24] Gabral, M.I.C. & Sauvé, J.P.: Uma Abordagem em Modelagem do Protocolo da Camada de Sessão, Anais do 5o. SBRC, São Paulo, SP, 1987, p. 96-106.

[25] Gabral, M.I.C. & Sauvé, J.P.: Modelagem do Serviço Quarentena de Dados Local, Anais do XIV SEMISH, Salvador, Ba, Julho de 1987, p. 581-589.

[26] Apostol T.M.: Calculus, John Wiley & Sons, Inc, N. Y., 1967.