
SIMULAÇÃO DE UMA REDE DE TELE
PROCESSAMENTO MULTIPONTO

Maria Izabel Cavalcanti Cabral



C177s Cabral, Maria Izabel Cavalcanti
Simulacao de uma rede de teleprocessamento multiponto /
Maria Izabel Cavalcanti Cabral. - Campina Grande, 1977.
93 f.

Dissertacao (Mestrado em Ciencias) - Universidade
Federal da Paraiba, Centro de Ciencias e Tecnologia.

I. Weerheim, Adrian James. Dr. (orientador) II.
Universidade Federal da Paraiba - Campina Grande (PB) III.
Título

CDU 621.391(043)

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAIBA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

SIMULAÇÃO DE UMA REDE DE TELE
PROCESSAMENTO MULTIPONTO

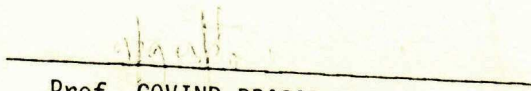
Engº Eletricista: MARIA IZABEL CAVALCANTI CABRAL

TESE SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DA COORDENAÇÃO DOS PROGRAMAS
DE PÓS-GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA DO CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNO
LOGIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAIBA COMO PARTE DOS REQUI
SITOS NECESSÁRIOS PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIAS
(M.Sc.).

Aprovado Por:


Prof. ADRIAN JAMES WEERHEIM
Orientador


Prof. IVAN ROCHA NETO


Prof. GOVIND PRASAD GUPTA

Campina Grande-Pb

JULHO/77

A G R A D E C I M E N T O S

A autora agradece o trabalho:

- ao Professor *ADRIAN JAMES WEERHEIM*, pela orientação e revisão do texto;

- ao Professor *GOVIND PRASAD GUPTA*, pela assistência prestada na parte de computação;

- ao Departamento de Sistemas e Computação, pelo incentivo à sua elaboração;

- ao Pessoal do Núcleo de Computação pela gentil cooperação nos testes dos programas.

A todos as minhas sinceras manifestações de penhor e agradecimentos.

R E S U M O

Este trabalho apresenta a simulação de uma Rede de Teleprocessamento, constituída de uma linha de Transmissão Multiponto conectando diversos terminais a um Computador Central. Obtem-se informações sobre Tempos de Respostas, utilização da linha de transmissão, estatísticas de filas de mensagens que esperam a liberação da linha para serem enviadas, em função do volume de tráfego. Dois métodos de controle de linha com *Polling* e um método *Contention*, são simulados para as linhas de transmissão *Half-Duplex* e *Full-Duplex*. Finalmente, faz-se uma análise e comparação dos métodos simulados, e, sugere-se o dimensionamento de uma Rede Multiponto através dessas análises.

A B S T R A C T

This thesis presents the simulation of a Teleprocessing Network, consisting of a Multipoint Transmission line connecting several terminals to a Control Computer. The Simulation provides information about Response Time, transmission line utilization and statistical data about the message queues awaiting line availability, as a function of the traffic volume. Several methods of line control are simulated for the same configuration; specifically three methods: two types of Polling and one of Contention are analysed, on Half-Duplex and Full-Duplex transmission lines. Finally an analysis is done of the data to determine the optimum method of configuring a Multipoint Network and suggestions are included for extending it.

I N D I C E

CAPÍTULO I - <u>INTRODUÇÃO E ESTRUTURA DA TESE</u>	01
1.0 - INTRODUÇÃO	01
1.1 - OBJETIVO	01
1.2 - A NECESSIDADE DA SIMULAÇÃO	02
1.3 - ESTRUTURA DO TRABALHO	02
CAPÍTULO II - <u>INTRODUÇÃO TEÓRICA</u>	05
2.0 - INTRODUÇÃO	05
2.1 - LINHAS DE COMUNICAÇÕES	05
2.1.1 - Classificação	05
2.1.2 - Canais	06
2.1.3 - Modos de Transmissão	07
2.1.4 - Transmissão Síncrona e Assíncrona	07
2.1.5 - Tipos de Linhas de Comunicações	08
2.2 - SISTEMAS DE TRANSMISSÃO DE DADOS	09
2.2.1 - Categorias dos Sistemas de Transmis- são de Dados	09
2.2.2 - Sistema <i>Time-Sharing</i>	10
2.2.3 - Tempo de Resposta	11
2.3 - REDE DE COMPUTADORES	11
2.3.1 - Classificação das Redes	12
2.3.2 - Tipos Básicos de Redes	13
2.3.3 - Principais Configurações de Redes	14
2.3.4 - Elementos de uma Rede	15

2.4 - CONTROLE DE LINHAS MULTIPONTO	18
2.4.1 - Métodos de Controle de Linhas Multiponto	19
2.4.2 - Tipos de <i>Polling</i>	20
CAPITULO III - <u>SIMULAÇÃO DE UMA REDE MULTIPONTO</u>	27
3.0 - INTRODUÇÃO	27
3.1 - OBJETIVO	27
3.2 - SISTEMA SIMULADO	28
3.3 - SIMULAÇÃO USANDO <i>Roll-Call Polling</i>	30
3.3.1 - <i>Roll-Call Polling</i> com Linha <i>Half-Duplex</i>	31
3.3.2 - <i>Roll-Call Polling</i> com Linha <i>Full-Duplex</i>	35
3.4 - SIMULAÇÃO USANDO <i>Hub Go-Ahead Polling</i>	38
3.4.1 - <i>Hub Go-Ahead Polling</i> com Linha <i>Half-Duplex</i>	39
3.4.2 - <i>Hub Go-Ahead Polling</i> com Linha <i>Full-Duplex</i>	43
3.5 - SISTEMA <i>Contention</i>	48
CAPÍTULO IV - <u>APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS</u>	56
4.0 - INTRODUÇÃO	56
4.1 - RESULTADOS	56
CAPÍTULO V - <u>CONCLUSÕES</u>	63
5.0 - INTRODUÇÃO	63
5.1 - TEMPOS DE RESPOSTAS	63

5.2 - UTILIZAÇÃO DA LINHA DE TRANSMISSÃO	64
5.3 - FILAS PARA OCUPAÇÃO DA LINHA DE TRANSMISSÃO	65
CAPÍTULO VI - <u>SUGESTÕES</u>	72
6.0 - INTRODUÇÃO	72
6.1 - SUGESTÕES	72
APÊNDICE A - CONSIDERAÇÕES SOBRE GPSS/360	74
APÊNDICE B - LISTAGENS DOS PROGRAMAS	76
B.1 - MÉTODO <i>Roll-Call Polling</i> COM LINHA <i>Half-Duplex</i>	76
B.2 - MÉTODO <i>Roll-Call Polling</i> COM LINHA <i>Full-Duplex</i>	79
B.3 - MÉTODO <i>Hub Go-Ahead Polling</i> COM LINHA <i>Half-Duplex</i>	82
B.4 - MÉTODO <i>Hub Go-Ahead Polling</i> COM LINHA <i>Full-Duplex</i>	86
B.5 - MÉTODO <i>Contention</i> COM LINHA <i>Full-Duplex</i>	89
BIBLIOGRAFIA	92

INDICE DE FIGURAS

FIGURA II.1 - REDE PONTO A PONTO	22
II.2 - REDE/LINHA MULTIPONTO	22
II.3 - REDE TIPO ESTRELA	23
II.4 - REDE TIPO DERIVAÇÃO MÚLTIPLA	23
II.5 - REDE TIPO CIRCUITO FECHADO	24
II.6 - REDE TIPO CONEXÃO MÚLTIPLA	24
II.7 - UMA REDE DE TELEPROCESSAMENTO	25
II.8 - LINHA MULTIPONTO CONCENTRADORES	26
FIGURA III.1 - FLUXOGRAMA DO SISTEMA SIMULADO USANDO O MÉTOD <i>Roll-Call Polling</i> COM LINHA <i>Half-Duplex</i>	51
III.2 - FLUXOGRAMA DO SISTEMA SIMULADO USANDO O MÉTOD <i>Roll-Call Polling</i> COM LINHA <i>Half-Duplex</i>	52
III.3 - FLUXOGRAMA DO SISTEMA SIMULADO USANDO O MÉTOD <i>Hub Go-Ahead Polling</i> COM LINHA <i>Half-Duplex</i>	53
III.4 - FLUXOGRAMA DO SISTEMA SIMULADO USANDO O MÉTOD <i>Hub Go-Ahead Polling</i> COM LINHA <i>Full-Duplex</i>	54
III.5 - FLUXOGRAMA DO SISTEMA SIMULADO USANDO O MÉTOD <i>Contention</i> COM LINHA <i>Full-Duplex</i>	55

FIGURA V.1 - TEMPO DE RESPOSTA EM FUNÇÃO DO VOLUME DE TRÁFEGO PARA O MÉTODO <i>Roll-Call Polling</i> COM LINHA <i>Half-Duplex</i>	67
V.2 - TEMPO DE RESPOSTA EM FUNÇÃO DO VOLUME DE TRÁFEGO PARA O MÉTODO <i>Roll-Call Polling</i> COM LINHA <i>Full-Duplex</i>	68
V.3 - TEMPO DE RESPOSTA EM FUNÇÃO DO VOLUME DE TRÁFEGO PARA O MÉTODO <i>Hub Go-Ahead</i> COM LINHA <i>Half-Duplex</i>	69
V.4 - TEMPO DE RESPOSTA EM FUNÇÃO DO VOLUME DE TRÁFEGO PARA O MÉTODO <i>Hub Go-Ahead</i> COM LINHA <i>Full-Duplex</i>	70
V.5 - TEMPO DE RESPOSTA EM FUNÇÃO DO VOLUME DO TRÁFEGO PARA O MÉTODO <i>Contention</i> COM LINHA <i>Full-Duplex</i>	71

INDICE DE TABELAS

TABELA V.1 - MÉTODO <i>Roll-Call Polling</i> COM LINHA <i>Half-Duplex</i>	58
V.2 - MÉTODO <i>Roll-Call Polling</i> COM LINHA <i>Full-Duplex</i>	59
V.3 - MÉTODO <i>Hub Go-Ahead Polling</i> COM LINHA <i>Half-Duplex</i>	60
V.4 - MÉTODO <i>Hub Go-Ahead Polling</i> COM LINHA <i>Half-Duplex</i>	61
V.5 - MÉTODO <i>Contention</i> COM LINHA <i>Full-Duplex</i> .	62

CAPITULO I

INTRODUÇÃO E ESTRUTURA DO TRABALHO

1.0 - INTRODUÇÃO

Uma Rede de Teleprocessamento desenvolve e facilita o intercâmbio científico e comercial das instituições a esta pertencentes. Muitas vezes, é mais interessante concentrar investimentos em uma Central de Processamento de Dados de grande porte, e em terminais de várias capacidade, do que equipar diversas instituições com sistemas independentes. No projeto e operação de um Sistema de Teleprocessamento, procura-se empregar uma configuração de rede que, dentro dos padrões de desempenho e qualidade necessários às aplicações do Sistema, exiga custos mínimos.

1.1 - OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é a obtenção e análise de informações sobre distribuição de Tempos de Respostas, utilização de linha de transmissão e estatísticas de filas de mensagens que esperam a liberação da linha para serem transmitidas, de uma rede constituída de uma Linha Multiponto conectando diversos terminais a um Computador Central. As informações são obtidas através das simulações dos métodos de controle de linha *Contention* e *Polling*.

1.2 - A NECESSIDADE DA SIMULAÇÃO

A Teoria das Filas determina o Tempo de Resposta para os tipos diferentes de linhas e o carregamento tolerado por uma linha para um critério de resposta desejado. Se o método de controle é na forma *Contention* os resultados são exatos; se é na forma de *Polling* os resultados não são exatos, dependendo do tempo de *Polling* considerado. Quando o tempo de *Polling* representa um intervalo significativo de tempo, a resolução pela Teoria das Filas aumenta sua complexidade, sendo então necessário o uso de Simulação, no intuito de obter uma resolução mais fácil, com resultados mais exatos.

1.3 - ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho ora descrito, apresenta a estrutura seguinte:

CAPÍTULO II - mostra um resumo teórico sobre Linhas, Redes e Sistemas de Comunicações de Dados.

CAPÍTULO III - descreve uma Rede Multiponto, os métodos de controle de linha *Contention* e *Polling* e as etapas dos fluxogramas dos programas simulados para os referidos métodos.

CAPÍTULO IV - apresenta tabelas com resultados dos programas simulados para os métodos de controle de linha.

CAPÍTULO V - mostra as análises e conclusões dos resultados das simulações para os métodos de controle linha.

CAPÍTULO VI - indica sugestões para pesquisas futuras, no intuito de dar continuidade ao presente trabalho.

APÊNDICE A - apresenta considerações sobre a Linguagem de Programação GPSS/360

APÊNDICE B - mostra as listagens dos programas simulados, escritos na linguagem GPSS/360, para os métodos de controle de linha.

CAPITULO II

INTRODUÇÃO TEÓRICA

2.0 - INTRODUÇÃO

Apresentam-se tópicos da Teoria do Teleprocessamento necessários ao entendimento dos demais capítulos deste trabalho.

2.1 - LINHAS DE COMUNICAÇÕES

As linhas de comunicações permitem que informações sejam transmitidas para um ponto distante do local em que foram geradas.

2.1.1 - CLASSIFICAÇÃO

As linhas de comunicações podem ser classificadas em:

Locais .- não passam por uma Central de Comutação de uma Companhia de Comunicações; usualmente limitam-se a 15 quilômetros de comprimento;

Remotas - comumente usam *carries*; podem ir a qualquer distância, desde que economicamente justificável.

2.1.2 - CANAIS

Canal é uma trajetória para a transmissão de informações entre dois ou mais pontos. Os tipos de canais são:

Simplex - permite transmissão em uma única direção (comutação a 2 fios);

Half-Duplex - permite transmissão em duas direções, mas não simultaneamente (comutação a 2 fios);

Full-Duplex - permite transmissão em duas direções simultaneamente (comutação a 4 fios); um canal *Full-Duplex* pode ser comparado a dois canais simplex, um em cada direção.

2.1.3 - MODOS DE TRANSMISSÃO

Os dados digitais em uma linha de comunicação, podem ser transmitidos nos seguintes modos:

Serial por BIT - com a utilização de apenas um canal de transmissão; os *bits* seguem ao longo do canal, um a um, até que o número necessário de *bits* (5, 6, 7, 8 ou 9) seja recebido e convertido pela Unidade de Controle de Transmissão no respectivo caráter;

Paralela por BIT - requer um caminho separado para cada *bit*, isto é, todos os *bits* de um caráter são enviados simultaneamente; quando na linha de comunicação há um fio para cada *bit* do caráter que está sendo enviado tem-se Multiplexação por Divisão de Espaço. Se um único canal é dividido em sub-canais que transmitem, cada qual, um *bit* do caráter que está sendo enviado, tem-se Multiplexação por Divisão de Frequência.

2.1.4 - TRANSMISSÃO SINCRONA E ASSÍNCRONA

Transmissão Assíncrona - Também chamada transmissão *Start-Stop*; é usada em dispositivos de *Keyboard* sem *buffers*, com um intervalo de variação entre operações de chaveamento. Somente um caráter é enviado de cada vez. O caráter é iniciado por um sinal *start* (Condição 0 (zero) na Linha)

e terminado por um sinal *stop* (Condição 1 (um) na Linha). A unidade de transmissão é normalmente um caráter. Como o tempo de chaveamento é pequeno, comparado com o tempo de transmissão, usa-se Multiplexação com Divisão de Tempo, permitindo que o canal atenda a um terminal, durante um intervalo de tempo e a outro terminal durante o intervalo seguinte.

Transmissão Síncrona. Os caracteres são enviados ao longo da linha, em blocos que podem variar de poucos para milhares de caracteres. Esses blocos normalmente são enviados em linhas de alta velocidade. Os terminais devem possuir *buffers*; o terminal receptor deve estar em fase (sincronizado) com o terminal transmissor. A Transmissão Síncrona é mais dispendiosa do que a Transmissão Assíncrona; contudo, é mais eficiente e sujeita a menos erros.

2.1.5 - TIPOS DE LINHAS DE COMUNICAÇÕES

A velocidade de transmissão (quantidade de informações transmitidas por unidade de tempo) é um dos parâmetros mais importantes em linhas de comunicações.

Os seguintes tipos de linhas de comunicação são encontrados:

Grau de Sub-Voz - transmite na razão de 45 a 200 *bits* por segundo;

Grau de Voz - transmite na razão de 300 a 9.600 *bits* por segundo;

Faixa Larga - transmite na razão de 19.200, 38.400, 50.000 e 240.000 *bits* por segundo, podendo ser possível velocidade na ordem de 500.000 *bits* por segundo.

2.2 - SISTEMAS DE TRANSMISSÃO DE DADOS

Os Sistemas de Transmissão de Dados evoluíram a partir dos Sistemas do Processamento de Dados, em função da necessidade de atender às exigências generalizadas de informações mais velozes e exatas.

2.2.1 - CATEGORIAS DOS SISTEMAS DE TRANSMISSÃO DE DADOS

Os Sistemas de Transmissão de dados podem ser categorizados em:

ON-LINE - os dados de entrada são transmitidos diretamente do ponto de origem para o computador e/ou os dados de saída são transmitidos diretamente do computador para o ponto de destino. Neste Sistema, o computador controla toda a transmissão dos dados;

OFF-LINE - os dados não vão diretamente para o computador; são gravados em disco, fitas magnéticas ou perfurados em fitas de papel ou em cartões para um processamento posterior;

Os Sistemas OFF-LINE não são interativos. Os Sistemas ON-LINE normalmente são interativos, contudo esses Sistemas podem ser também interativos, isto é, quando em um Sistema de Transmissão de dados o computador recebe uma transmissão em *batch* (lote), podendo não ser necessário responde-la.

2.2.2 - SISTEMA TIME-SHARING

O Sistema *Time-Sharing* ou Sistema de Tempo Compartilhado é um sistema de tempo real apresentando característica de que terminais de usuários em localidades remotas comunicam-se não somente com um computador, mas também com uma Rede de Transmissão de Dados que enlaça diversos recursos. Essa rede pode fornecer aos usuários, entre outras facilidades, Sistemas de Recuperação de Informação, Banco de Dados, elaboração e depuração de programas que, em geral, são totalmente independentes entre si. No Sistema *Time Sharing*, cada usuário compartilha o computador como sendo o único usuário do sistema.

2.2.3 - TEMPO DE RESPOSTA

Algumas vezes torna-se necessário que os dados sejam transmitidos rapidamente. A velocidade requerida na transmissão de dados depende do Sistema considerado. Quando dados são enviados por processamento em *batch* por um computador distante, um Tempo de Resposta, maior que 1 (uma) hora, é algumas vezes aceitável. Contudo, onde existe conversação homem-máquina, o Tempo de Resposta deve ser suficientemente rápido, normalmente 2 (dois) segundos, a fim de que o homem não interrompa a continuidade de seus pensamentos.

Tempo de Resposta é o tempo que um Sistema de Transmissão de Dados leva para responder a uma determinada entrada. Idealmente, o Tempo de Resposta deveria ser muito pequeno; contudo, isto torna o sistema muito dispendioso devido a necessidade de dispositivos mais sofisticados; faz-se, então, necessário uma avaliação de quando um Sistema necessita Tempos de Respostas mais rápidos ou menos rápidos. Em Sistemas de tempo real, o Tempo de Resposta pode variar de poucos milisegundos a muitos minutos. Alguns sistemas utilizam um critério fixo de Tempo de Resposta, requerem, por exemplo, que 90% dos Tempos de Respostas sejam menores do que 3 segundos, usualmente, com um Tempo de Resposta Médio de 1,5 segundos.

2.3 - REDE DE COMPUTADORES

Uma rede de computadores é um grupo interconnectado de sistemas de computadores independentes, os quais comunicam-se entre si dividindo recursos tais como programas, dados *hardware* e *software*. Cada um dos sistemas de computadores pode operar sob o controle do seu próprio sistema operacional, ou participar da rede, sob a direção de um Programa Supervisor de Rede de mais alto nível.

2.3.1 - CLASSIFICAÇÃO DAS REDES

As redes de teleprocessamento classificam-se em:

Não Comutada: - consiste de um número de linhas privadas que conectam o computador a um ou mais terminais remotos. O computador e os terminais são fisicamente remotos, isto é, os circuitos de controle das linhas de comunicações são continuamente estabelecidos por períodos de tempo pre-determinados, durante os quais pode haver transmissão de dados entre o computador e os terminais. Nesse tipo de rede, sob certas condições, o computador pode enviar mensagens para mais de um terminal, na mesma linha, ao mesmo tempo;

Comutada: - consiste de um número de terminais remotos com o qual o computador pode comunicar-se através de linhas de acesso a uma Central de Comutação. Neste ti-

po de sistema, a comunicação é estabelecida entre o computador e apenas um dos terminais em um determinado intervalo de tempo em cada linha;

Híbrida: - são redes de comunicações que têm características comuns a redes comutadas e a redes não-comutadas.

2.3.2 - TIPOS BÁSICOS DE REDES

Ponto a Ponto: - como mostra a Figura II.1, neste tipo de rede cada terminal (ou computador) conectado ao Computador Central possui sua própria linha de transmissão; a Linha está sempre disponível entre o terminal e o Computador Central. A rede ponto-a-ponto é bastante dispendiosa, exceto para conexões de pequenas distâncias;

Multiponto: - também chamada de *Multidrop*, permite que diversos usuários compartilhem da mesma linha de transmissão. Normalmente o Computador Central é designado para fazer o controle da rede através de rotinas de *polls* (convites) a cada terminal. Esse tipo de rede diminui o custo de redes de grandes distâncias; contudo, pode provocar espera na utilização da linha de transmissão, aumentando os tempos de respostas dos terminais. A Figura II.2 mostra um exemplo de Rede Multiponto.

2.3.3 - PRINCIPAIS CONFIGURAÇÕES DE REDES

A escolha da rede a ser empregada pode recair em uma das diversas configurações existentes que são normalmente designadas segundo sua forma geométrica.

As principais configurações de redes são:

Estrela: - as linhas individuais, para atender aos diversos terminais/computadores do sistema, partem todas do mesmo Computador Central. A Figura II.3 mostra um exemplo de Rede Estrela;

Derivação Multipla: - todos os terminais/computadores são atendidos por derivações de uma única linha que interliga o computador central ao terminal computador mais distante, conforme Figura II.4;

Circuito Fechado (Loop): - uma linha de transmissão é iniciada no Computador Central e passa por todos os terminais/computadores antes de retornar ao Computador Central. A Figura II.5 exemplifica este tipo de configuração;

Conexão Multipla: - permite rotas alternativas, onde cada terminal/computador pode ser interligado a um ou mais terminais/computadores do sistema. A Figura II.6 exemplifica este tipo de configuração;

Cada uma das configurações apresentadas possui suas vantagens e desvantagens. Haja vista o caso da derivação múltipla em que todos os terminais/computadores do sistema são obrigados a aguardar o término do processamento das mensagens que estão sendo realizadas entre o Computador Central e um dos terminais. Outras vantagens de uma configuração sobre outra referem-se ao número de *Modems* necessário a cada configuração.

2.3.4 - ELEMENTOS DE UMA REDE

A Figura II.7 exemplifica uma rede de comunicações de dados apresentando os dispositivos seguintes:

Processador Central (Host Processor) - também designado Computador Central. Deve ter bastante facilidade de processamento central em sistemas de *Time-Sharing* e possuir uma grande memória interna. O Computador Central pode ser conectado a um conjunto de periféricos capazes de armazenar grandes quantidades de informações e possuir requisitos adicionais de *Hardware* e *Software*, voltados ao atendimento e controle dos demais dispositivos participantes da rede.

Unidade de Controle de Transmissão de Linha ou somente Unidade de Controle de Transmissão - libera o Computador Central da função de controle de rede de comunicação

de dados. Quando uma Unidade de Controle de Transmissão tem capacidade adicional de processamento, recebe a denominação de Processador *Front-End*, que reduz o tempo de processamento e memória adicional, requeridos pelo Computador Central, liberando-o do controle de linha, checagem de erros, conversão de códigos, edição de dados, serialização (transformação da transmissão paralela por *bit* para *serial* por *bit*, desserialização, *Polling* de linhas multiponto, interrupções etc. O Processador *Front-End* permite que sejam incorporados a redes tipos diferentes de linha, velocidade, códigos e dispositivos sem sobrecarregar o Computador Central.

Sistema de Computação Remota - refere-se aos tipos seguintes de Processamento Remotos:

1 - Entrada Remota de *Jobs* - *Remote Job Entry* - este sistema permite que usuários em localidade remotas submetam *Jobs* para serem processados no Computador Central;

2 - Sistema de Computação Remota - é uma extensão do sistema de entrada remota de *Jobs*, isto é, o sistema tem a versatilidade de efetuar processamento local independentemente, e, se necessário, comunicar-se com o Computador Central.

Concentrador - É essencialmente um Processador *Front-End* que não se encontra no mesmo local do Computador

dor Central. Normalmente é usado como um dispositivo que armazena informações procedentes de linhas de baixa velocidade (conectada a terminais *start-stop*); envia essas informações ao computador central por meio de transmissão síncrona, em nível de grau de voz ou de faixa larga.

Um concentrador pode executar funções tais como: controle de linhas de comunicações, conversão de códigos, detecção de erros *polling* a terminais, resposta automática, etc. Deve ter velocidade de processamento suficientemente rápida, permitindo que mensagens sejam aceitas simultaneamente por terminais de baixa velocidade, ocasionando redução do tempo de espera para a ocupação da linha de transmissão pelos terminais.

Modem - Dispositivo utilizado na *interface* entre a linha de transmissão e o equipamento terminal, sendo que deste se originam os dados a serem transmitidos em forma digital. A denominação *Modem* decorre das funções básicas que executa: Modulação e Demodulação. Tem como objetivo principal converter um sinal de tensão contínua em sinal de tensão alternada, ou seja, conversão de sinais digitais em sinais analógicos.

Terminal - É qualquer estação final de uma rede de comunicações de dados. Sua função primária é a de ser fonte ou destino de dados, isto é, um ponto de entrada/saída para as informações que cruzam a rede. Entre os diversos ti-

pos de terminais existentes encontram-se os seguintes:

1 - Terminais não controlados - não são en direçáveis; usualmente constituem-se de um teclado e de uma im pressora de baixa velocidade; não possuem *buffers*;

2 - Terminais com *buffers* e endereçáveis - constituem-se, praticamente, de teclado, CRT e às vezes impres sora;

3 - Terminais semi-inteligentes - usados ge ralmente em sistemas de Entrada Remota de *Jobs*; constituídos de uma leitora de cartões e de uma impressora, podendo incluir teletipo, CRT e Leitora de Cassete ou fita de papel;

4 - Terminais inteligentes - possuem memó- ria e capacidade de processamento próprios; podem ser progra- mados para executar funções do Computador Central ou Unidade de Controle de Transmissão, tais como formatação, edição e con trole de comunicação com o Computador Central. Usualmente po- dem ser constituídos de vídeos, leitora de cartões, impresso- ras, fitas e discos.

2.4 - CONTROLE DE LINHAS MULTIPONTO

Quando em uma rede de comunicações de dados cada terminal transmite somente em uma pequena fração de tempo é comum o uso da linha multiponto que permite a diversos terminais compartilharem de uma mesma linha de transmissão. Somente um terminal pode transmitir em um intervalo de tempo. Os terminais operam em tempo real ou não. A Figura II.2 exemplifica uma Linha Multiponto.

2.4.1 - METODOS DE CONTROLE DE LINHAS MULTIPONTO

Para que haja controle da ocupação da linha por cada terminal, utilizam-se os metodos seguintes:

Contention - Em uma rede *contention* cada terminal faz um pedido para transmitir; se a Linha Multiponto estiver livre, a transmissão é feita. Neste método forma-se fila de terminais aguardando a liberação da linha.

A escolha de um terminal para ocupar a linha é feita com uma definição prévia, ou então na sequência em que foram feitas as requisições de ocupação da linha.

Polling - Nesta forma de organização de linha, mais comum que a do Método *Contention*, o Computador Central (ou Unidade de Controle de Transmissão) convida (*Polling*), um a um, os terminais conectados à linha Multiponto. As organizações de linhas pelo Método de *Polling* são as seguintes:

1 - *Roll-Call* - os terminais são convidados em uma sequência determinada pelo *software* do computador; o computador tem na memória uma Lista de Convites (*Polling List*), onde se determinam as prioridades com que os terminais serão selecionados, podendo alguns terminais terem os seus endereços diversas vezes na Lista de Convites;

2 - *Hub Go-Ahead* - o Computador Central endereça o terminal do fim da linha multiponto. Se não há dados a serem transmitidos, os terminais vão sendo convidados ao longo da linha. Nesse tipo de convite não se pode dar prioridade a terminais como no tipo *Roll-Call*. O sistema exige que capacidades lógicas sejam adicionadas aos terminais, uma vez que esses enviam convites aos terminais seguintes; contudo, a linha de transmissão é mais eficientemente usada, com redução no tempo de resposta dos terminais.

2.4.2 - TIPOS DE POLLING

Quando uma Linha Multiponto tem muitos terminais a ela conectados, o Método de *Polling* torna-se mais complexo, sendo necessário a utilização de uma Unidade de Controle de Transmissão intermediária entre o Computador Central e os terminais. Neste exemplo de Linha, conforme Figura II.8, o Computador Central pode endereçar uma Unidade de Controle de Transmissão, em lugar de um terminal, ou, então, endereçar um

terminal através dessa Unidade de Controle. Normalmente, a Unidade de Controle de Transmissão é um concentrador.

Em Linhas Multiponto, quando se utilizam Unidades de Controles de Transmissão (ou concentradores), tem-se os seguintes tipos de *Polling* :

Específico - o computador Central endereça um terminal específico através da Unidade de Controle de Transmissão. Um *Polling* específico referencia dois endereços; da Unidade de Controle de Transmissão e o do terminal específico conectada a esta unidade;

Geral - o Computador Central endereça apenas uma Unidade de Controle de Transmissão, que faz então a verificação e controle de quais terminais têm informações a enviar ao Computador Central.

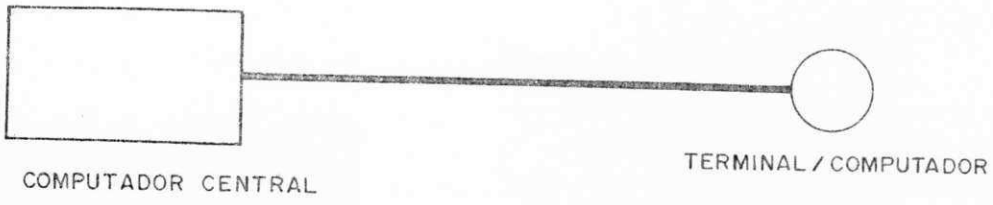


Fig. II.1 REDE PONTO A PONTO

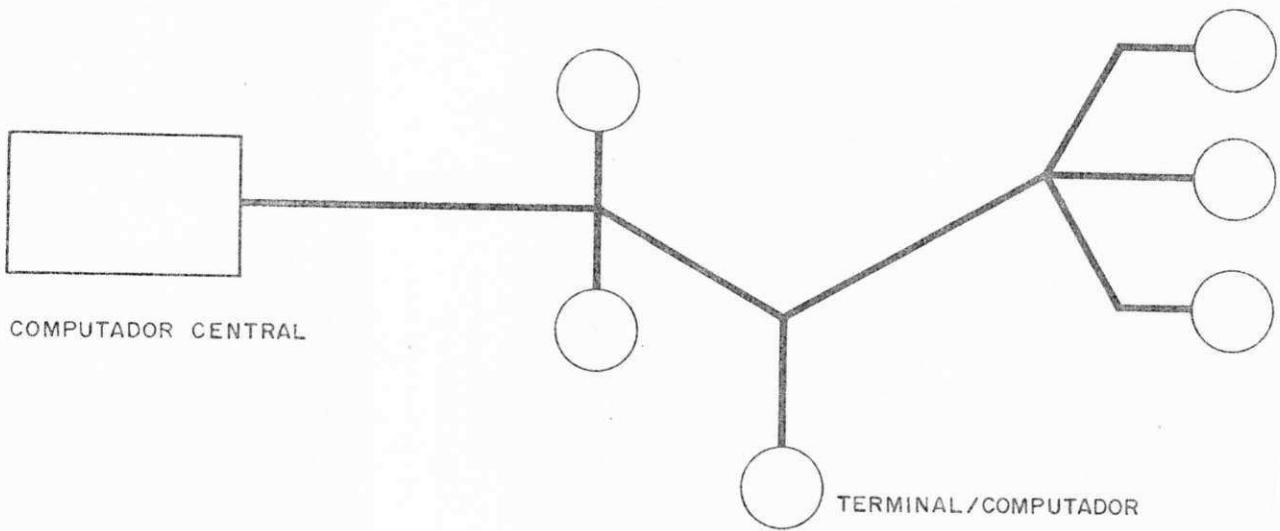


Fig. II.2 REDE/LINHA MULTIPONTO

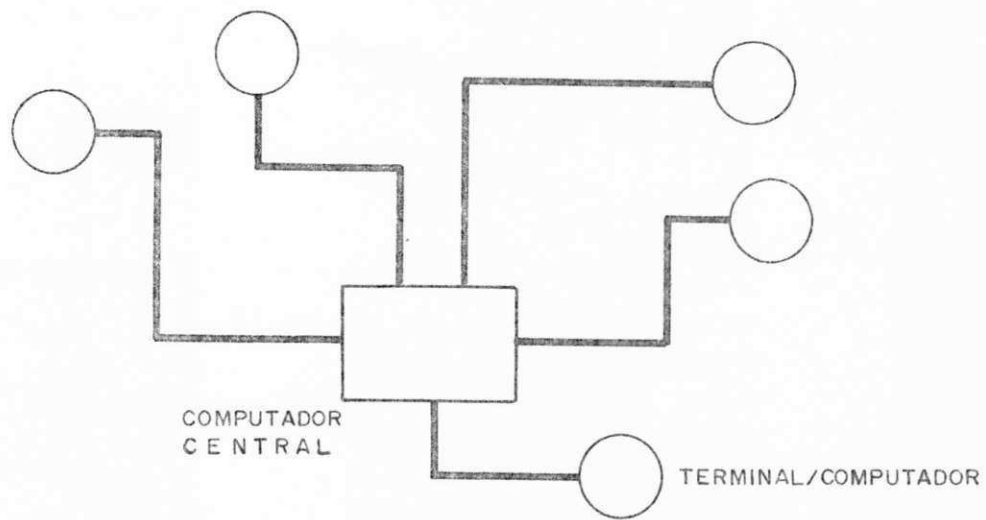


Fig. II.3 REDE TIPO ESTRELA

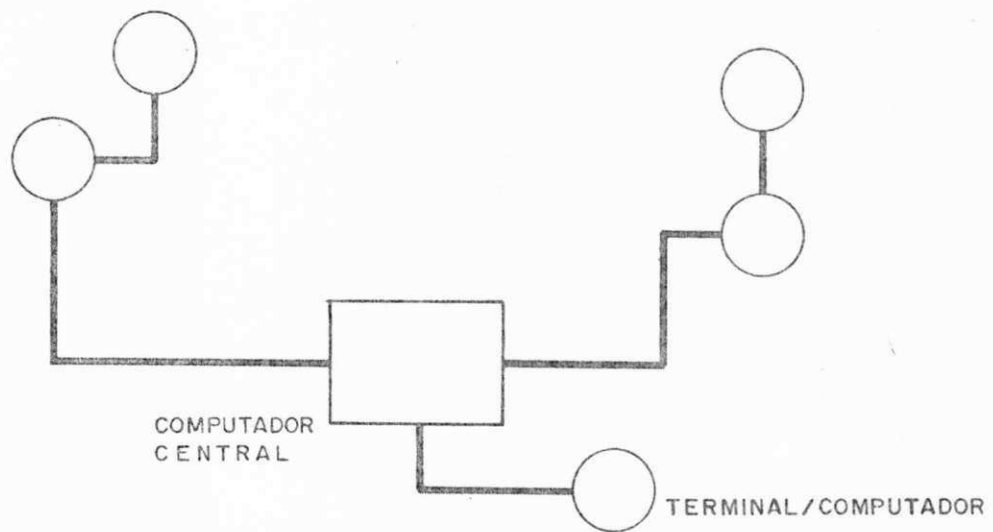


Fig. II.4 REDE TIPO DERIVAÇÃO MULTIPLA

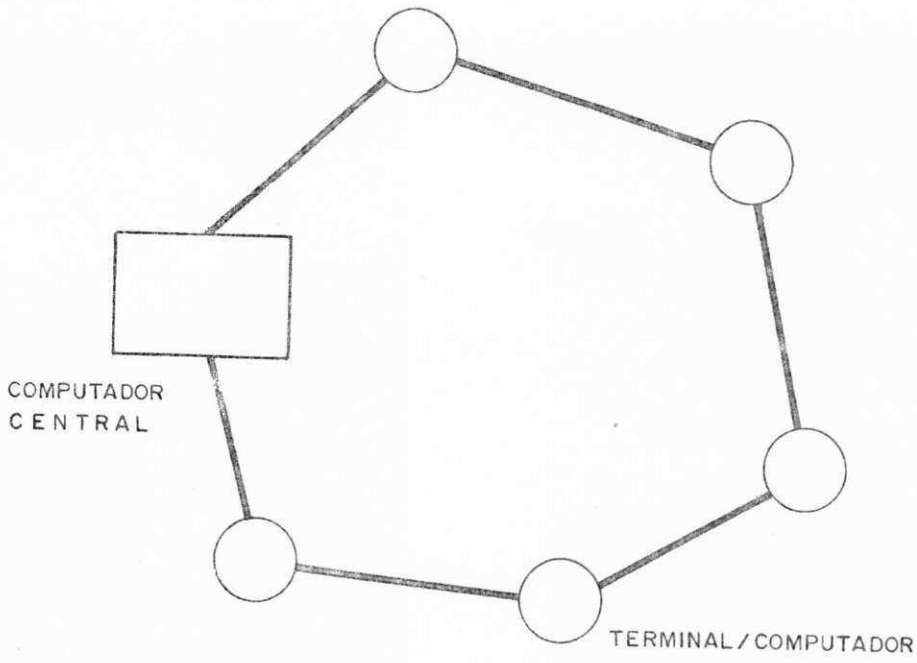


Fig. II.5 REDE TIPO CIRCUITO FECHADO

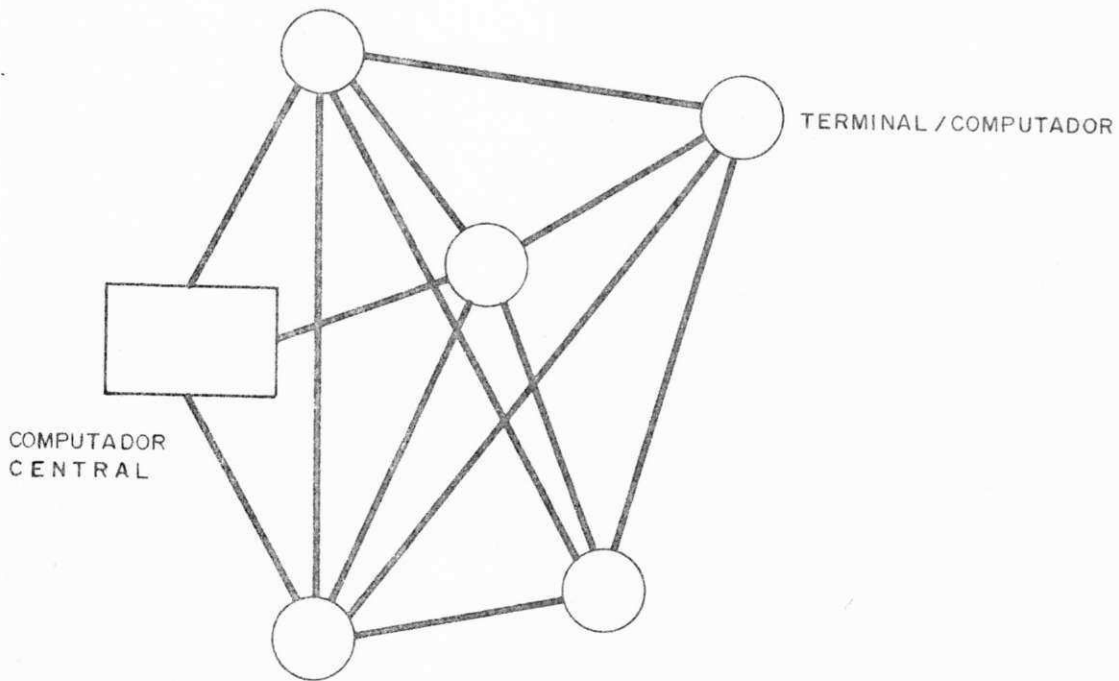


Fig. II.6 REDE TIPO CONEXÃO MULTIPLA

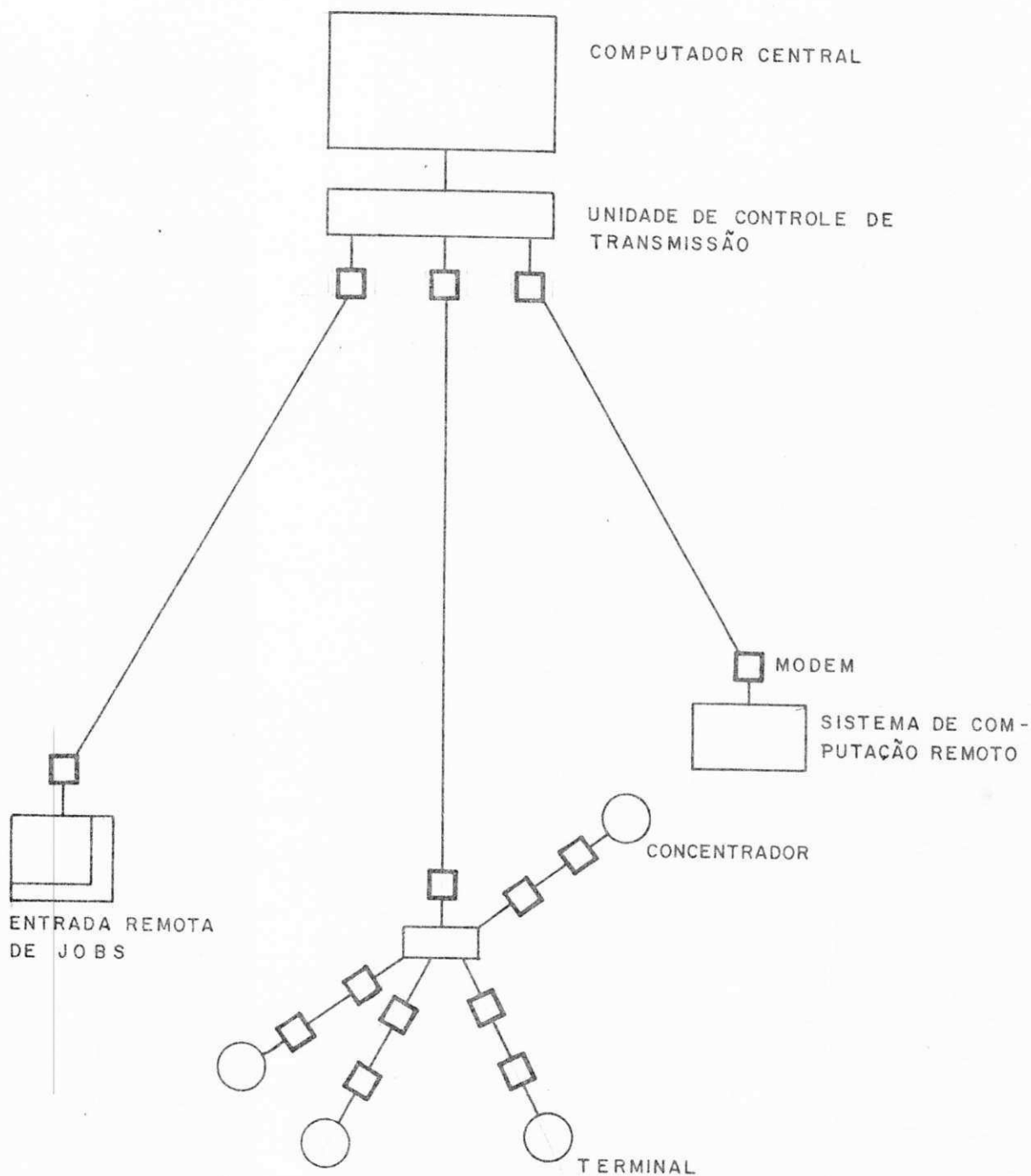


Fig. II.7 REDE DE COMUNICAÇÕES DE DADOS

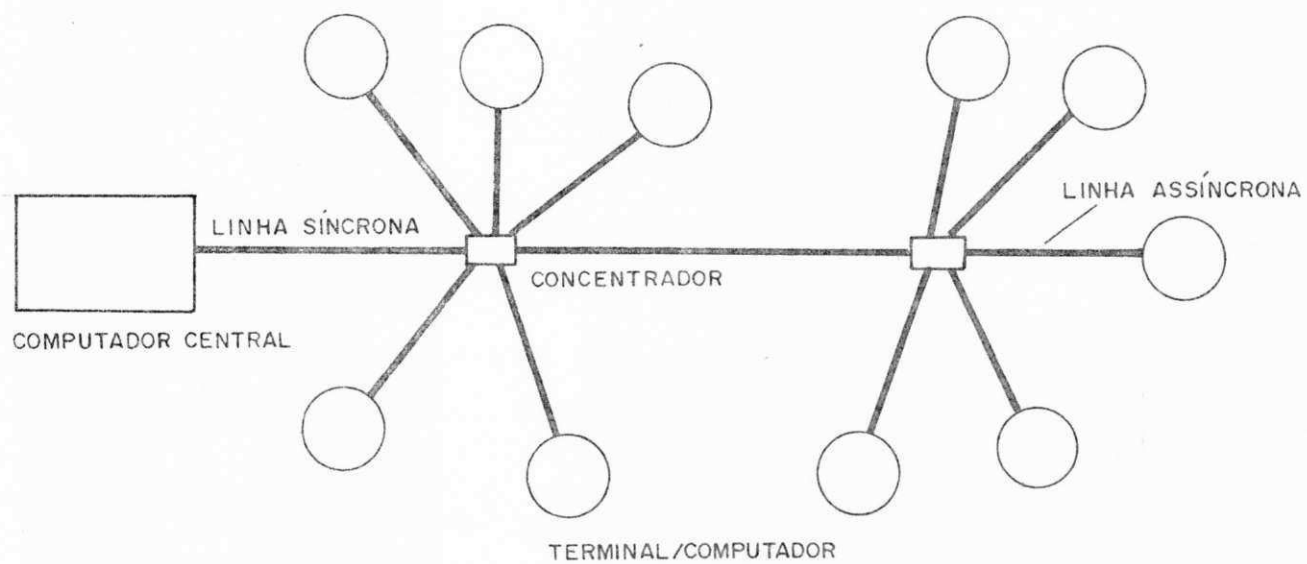


Fig. II. 8 LINHA MULTIPONTO COM CONCENTRADORES

CAPÍTULO III

SIMULAÇÃO DE UMA REDE MULTIPONTO

3.0 - INTRODUÇÃO

Simulação é uma técnica para monitorar e assistir a implementação de um sistema.

Quando calculamos matematicamente o comportamento de um sistema, o modelo matemático pode tornar-se bastante difícil para ser constituído, ou para que sua representação se aproxime do sistema desejado. Nesses casos, podemos usar o método de simulação e investigar com maior facilidade, não somente o comportamento matemático do modelo, como também um ou mais aspectos deste modelo carentes de uma análise mais apurada.

3.1 - OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é a obtenção e análise de informações sobre distribuição de Tempo de Respostas, utilização da linha de transmissão e estatística de filas de mensagens que esperam a liberação da linha para serem transmitidas, de uma Rede Multiponto. Essas informações foram obtidas através de resultados fornecidos por programas escritos na Linguagem GPSS/360 (Ver Apêndice A), que simulam os métodos seguintes:

Roll-Call Polling com Linha Half-Duplex

Roll-Call Polling com Linha Full-Duplex

Hub Go-Ahead Polling com Linha Half-Duplex

Hub Go-Ahead Polling com Linha Full-Duplex

Contention com Linha Full-Duplex

O Método *Contention* não foi simulado com Linha *Half-Duplex*, devido a complexibilidade de Controle de Linha, provocada pela necessidade de inversão da direção de transmissão da linha (*Line Turnaround time*).

3.2 - SISTEMA SIMULADO

O Sistema é formado de uma Rede Multiponto, composta de diversos terminais que compartilham uma linha

Multiponto conectada a um computador (ou a uma Unidade de Controle de Transmissão). Os terminais possuem periféricos de entrada e saída de dados. A Linha pode ser *Half-Duplex* ou *Full-Duplex*. Se é *Half-Duplex*, somente um terminal pode transmitir ou receber informações em um instante; as mensagens de saída (informações do computador para os terminais) têm prioridade sobre as mensagens de entrada (informações dos terminais para o computador). Se a Linha é *Full-Duplex*, um terminal pode enviar informações ao mesmo tempo que outro as pode receber; contudo, um terminal somente pode enviar ou receber informações em um mesmo instante.

Os programas simuladores apresentados no Apêndice B, utilizam os dados seguintes:

- Número de Terminais = 10
- Velocidade de Transmissão = 300 caracteres por segundo.
- Intervalo de tempo entre sucessivos *polling* = 0,01 segundos.
- Tempo de processamento no computador = 0,5 segundos.
- Tempo necessário a inversão da direção da Linha de Transmissão - 0,05 segundos
- Tempo para um sucedido/não sucedido *polling*, (incluindo o tempo de inversão da Linha de Transmissão)

a) Para o método *Roll-Call*

0,114 segundos com Linha *Half-Duplex*

0,014 segundos com Linha *Full-Duplex*

b) Para o método *Hub Go-Ahead*

0,057 segundos para Linha *Half-Duplex*

0,007 segundos para Linha *Full-Duplex*

- Número de caracteres nas mensagens de entrada - varia randonicamente entre 6, 10, 15, 20 e 40 e 60 caracteres.

- Número de caracteres nas mensagens de saída varia randonicamente entre 6, 20, 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180 e 200 caracteres.

- Razão de chegada média para cada mensagem gerada 1,5, 1,4, 1,3, 1,2 e 1,1 segundos, que correspondem a volumes de tráfego de 2.400, 2.571,4, 2.769,2, 3.000 e 3.272,7 mensagens por hora, respectivamente.

- Número de mensagens geradas - 5000.

- Probabilidade de que a mensagem gerada seja uma informação de que o terminal não tem dados a enviar - 20%.

3.3 - SIMULAÇÃO USANDO ROLL-CALL POLLING

No método *Roll-Call Polling*, o computador con

vida (*polling*) um terminal da Lista de Convites; se este não tem informações a enviar o computador convida o próximo terminal dessa lista; caso contrário, o terminal envia as informações ao computador. Se o computador tem alguma mensagem a enviar para um terminal, esta é transmitida independentemente do convite ao terminal. Se a Linha Multiponto é *Half-Duplex*, as mensagens de saída tem prioridade sobre as mensagens de entrada.

Nos sistemas simulados usando Linhas *Half-Duplex* ou *Full-Duplex*, criam-se mensagens em tempos independentes dos convites, isto é, as mensagens de entrada aguardam até que os terminais a elas associados sejam convidados. Os programas constituem-se basicamente de duas partes: uma representando o que acontece com o sistema de *polling*; outra, representando o que acontece com as mensagens geradas.

3.1.1 - ROLL-CALL POLLING COM LINHA HALF-DUPLEX

Mostram-se as etapas da Simulação do Sistema usando o Método *Roll-Call Polling*, com Linha *Half-Duplex*, através dos blocos numerados do fluxograma da Figura III.1, com os significados seguintes:

BLOCO 1 - Inicializa o sistema de *polling* .

BLOCO 2 - Determina o primeiro terminal da lista de Convites. Esta lista é simulada através da Função 2 mostrada no Apendice B.

BLOCO 3 - Determina o próximo terminal a ser convidado na Lista de Convites.

BLOCO 4 - Estatística de fila de terminais que esperam pela mensagem de *polling*. Um terminal é adicionado à fila.

BLOCO 5 - A linha é ocupada pela mensagem de *polling*.

BLOCO 6 - Um terminal sai da fila referenciada no Bloco 4.

BLOCO 7 - O relógio avança o tempo necessário para o *polling*.

BLOCO 8 - Verifica se o terminal tem mensagem a enviar. (Em caso negativo transfere para o bloco 10).

BLOCO 9 - O terminal tem mensagem a enviar (a mensagem associada a esse terminal foi gerada no Bloco 13).

BLOCO 10 - A linha é liberada da mensagem de *polling*.

BLOCO 11 - O relógio avança o intervalo de tempo entre dois consecutivos *polling*.

BLOCO 12 - Volta ao Bloco 3.

BLOCO 13 - Mensagens de entrada são geradas randonicamente, seguindo a Distribuição de Poisson.

BLOCO 14 - Escolhe-se um terminal randonicamente para a mensagem gerada.

BLOCO 15 - Geração de um número randômico entre 0 e 999.

BLOCO 16 - Testa se o terminal tem mensagem a enviar. A probabilidade de um terminal não ter mensagem a enviar é de 20% (Se não há mensagem a enviar, transfere para o bloco 18).

BLOCO 17 - Estatística de fila de mensagens de entrada que esperam a liberação da linha para serem transmitidas. Uma mensagem é adicionada a fila.

BLOCO 18 - O terminal espera até que seja convidado.

BLOCO 19 - O terminal ocupa a linha para enviar a mensagem de entrada.

BLOCO 20 - Verifica se o terminal tem mensagem a enviar. (Em caso afirmativo, transfere para o Bloco 23).

BLOCO 21 - O relógio avança o tempo necessário para a transmissão da informação de que o terminal não tem mensagem a enviar.

BLOCO 22 - Transfere para o Bloco 33

BLOCO 23 - Uma mensagem sai da fila referenciada no Bloco 17.

BLOCO 24 - O relógio avança o tempo necessário para a mensagem de entrada.

BLOCO 25 - A linha é liberada pelo terminal.

BLOCO 26 - O relógio avança o tempo necessário para o processamento no computador.

BLOCO 27 - As mensagens de saída têm maior prioridade de ocupação da linha que as mensagens de entrada.

BLOCO 28 - Estatística de fila de mensagens de saída que esperam a liberação da linha para serem enviadas. Uma mensagem é adicionada a fila.

BLOCO 29 - A linha é ocupada para enviar uma mensagem de saída.

BLOCO 30 - Uma mensagem sai da fila referenciada no Bloco 28.

BLOCO 31 - Os Tempos de Respostas dos terminais são acumulados estatisticamente.

BLOCO 32 - O relógio avança o tempo necessário para a transmissão da mensagem de saída.

BLOCO 33 - A linha é liberada pela mensagem de saída/entrada.

BLOCO 34 - As mensagens geradas saem do sistema.

3.1.2 - ROLL-CALL POLLING COM LINHA FULL-DUPLEX

Mostram-se as etapas da simulação do sistema usando o Método *Roll-Call Polling* com Linha *Full-Duplex*, através dos blocos numerados do fluxograma da Figura III.2, com os significados seguintes:

BLOCO 1 - Inicializa o Sistema de *Polling*.

BLOCO 2 - Determina o primeiro terminal da Lista de Convites. (Esta lista é simulada através da Função 2 apresentada no Apêndice B).

BLOCO 3 - Determina o próximo terminal a ser convidado na Lista de Convites.

BLOCO 4 - Estatística de fila de terminais que esperam pela mensagem de *polling*. Um terminal é adicionado à fila.

BLOCO 5 - A linha é ocupada pela mensagem de *polling*.

BLOCO 6 - Um terminal sai da fila referenciada no Bloco 4.

BLOCO 7 - O relógio avança o tempo necessário para o *polling*.

BLOCO 8 - Verifica se o terminal convidado tem mensagens a enviar. (Em caso negativo, transfere para o Bloco 10).

BLOCO 9 - O terminal tem mensagem a enviar (a mensagem associada a este terminal foi gerada no Bloco 13).

BLOCO 10 - A linha é liberada da mensagem de *polling*.

BLOCO 11 - O relógio avança o intervalo de tempo entre consecutivos *polling*.

BLOCO 12 - Volta ao bloco 3.

BLOCO 13 - Mensagens de entrada são geradas randonicamente seguindo a Distribuição de Poisson.

BLOCO 14 - Determina o terminal para a mensagem gerada.

BLOCO 15 - Geração de um número randômico entre 0 e 999.

BLOCO 16 - Testa se o terminal tem mensagem a enviar. A probabilidade de um terminal não ter mensagem a enviar é de 20%. (Se não há mensagem a enviar, transfere para o Bloco 18).

BLOCO 17 - Estatística de fila de mensagens de entrada que esperam a liberação da linha para serem transmitidas. Uma mensagem é adicionada a fila.

BLOCO 18 - O terminal espera até que seja convidado.

BLOCO 19 - O terminal convidado fica ocupado para enviar a mensagem de entrada.

BLOCO 20 - O terminal ocupa a linha para enviar a mensagem de entrada.

BLOCO 21 - Verifica se o terminal tem mensagem a enviar (Em caso afirmativo, transfere para o Bloco 25).

BLOCO 22 - O relógio avança o tempo necessário para a transmissão da informação de que o terminal não tem mensagem a enviar.

BLOCO 23 - A Linha é liberada pela mensagem de entrada.

BLOCO 24 - Transfere para o Bloco 37.

BLOCO 25 - Uma mensagem sai da fila referenciada no Bloco 17.

BLOCO 26 - O relógio avança o tempo necessário para a mensagem de entrada.

BLOCO 27 - A linha é liberada pela mensagem de entrada.

BLOCO 28 - O terminal fica livre para receber ou enviar mensagens.

BLOCO 29 - O relógio avança o tempo necessário para o processamento no computador.

BLOCO 30 - Estatística de fila de mensagens de saída que esperam a liberação da linha para serem transmitidas. Uma mensagem é adicionada a fila.

BLOCO 31 - O terminal fica ocupado para receber mensagens de saída.

BLOCO 32 - A linha fica ocupada para a transmissão da mensagem de saída.

BLOCO 33 - Uma mensagem sai da fila referenciada no Bloco 30.

BLOCO 34 - Os tempos de respostas dos terminais são acumulados estatisticamente.

BLOCO 35 - O relógio avança o tempo necessário para transmissão da mensagem de saída.

BLOCO 36 - A linha é liberada pela mensagem de saída.

BLOCO 37 - O terminal é liberado para receber ou enviar mensagens.

BLOCO 38 - As mensagens geradas saem do sistema.

3.2 - SIMULAÇÃO USANDO HUB GO-AHEAD POLLING

No Método *Hub Go-ahead Polling* o computador convida (*polling*) o terminal mais distante da linha Multiponto. Se o terminal não tem informações a enviar este convida o terminal seguinte em direção ao computador. O processo continua até que um terminal convidado tenha alguma mensagem a enviar. Nesse caso, a mensagem é enviada ao computador que se encarrega de convidar o próximo terminal da linha. Quando todos os terminais são convidados, o computador volta a convidar o terminal mais distante da linha repetindo todo o processo descrito. Se há uma mensagem de saída para um terminal, o computador envia a mensagem independentemente desse terminal ter sido convidado nesse momento.

No sistema simulado usando linha *Half-Duplex* ou *Full-Duplex*, as mensagens para cada terminal são criadas em tempos independente do *polling*. Os programas constituem-se basicamente de duas partes; uma, representando o que acontece com o sistema de *polling*; outra, representando o que acontece com as mensagens geradas.

2.2.1 - HUB GO-AHEAD POLLING COM LINHA HALF-DUPLEX

Mostram-se as etapas da Simulação do Sistema usando o Método *Hub Go-Ahead Polling* com Linha *Half-Duplex*, através dos blocos numerados do fluxograma da Figura III.3, com os significados seguintes:

BLOCO 1 - Inicializa o sistema de *polling*.

BLOCO 2 - Determina o tempo necessário para uma mensagem de *polling*.

BLOCO 3 - O computador convida o último terminal da linha.

BLOCO 4 - Estatística de fila de terminais que esperam pelas mensagens de *polling*. Um terminal é adicionado à fila.

BLOCO 5 - A linha é ocupada por uma mensagem de *polling*.

BLOCO 6 - Um terminal é liberado da fila referenciada pelo Bloco 4.

BLOCO 7 - O relógio avança o tempo necessário para uma mensagem de *polling*.

BLOCO 8 - Testa se o terminal convidado tem mensagem a enviar. (Em caso negativo, transfere para o Bloco 10)

BLOCO 9 - O terminal convidado tem mensagem a enviar (a mensagem associada a esse terminal foi gerada no Bloco 15).

BLOCO 10 - A Linha é liberada da mensagem de *polling*.

BLOCO 11 - O relógio avança o intervalo de tempo entre consecutivos *polling*.

BLOCO 12 - Determina o próximo terminal a ser convidado.

BLOCO 13 - Testa se todos os terminais foram convidados. (Se ainda há terminal a ser convidado, o *polling* é feito de terminal a terminal. Volta ao Bloco 4).

BLOCO 14 - Todos os terminais foram convidados. Volta ao Bloco 3.

BLOCO 15 - Mensagens de entrada são geradas randonicamente seguindo a Distribuição de Poisson.

BLOCO 16 - Determina o terminal para a mensagem gerada.

BLOCO 17 - Geração de um número randômico entre 0 e 999.

BLOCO 18 - Testa se o terminal tem mensagem a enviar. A probabilidade de um terminal não ter mensagem a enviar é de 20%. (Se não há mensagem a enviar, transfere para o Bloco 20).

BLOCO 19 - Estatística de fila de mensagens de entrada que esperam a liberação da linha para serem transmitidas. Uma mensagem é adicionada a fila.

BLOCO 20 - O terminal espera até que seja convidado.

BLOCO 21 - A linha é ocupada para a transmissão da mensagem de entrada.

BLOCO 22 - Verifica se o terminal tem mensagem a enviar. (Em caso afirmativo, transfere para o Bloco 24).

BLOCO 23 - Transfere para o Bloco 34.

BLOCO 24 - Uma mensagem é liberada da fila referenciada no Bloco 19.

BLOCO 25 - O relógio avança o tempo necessário para a mensagem de entrada.

BLOCO 26 - A linha é liberada da mensagem de entrada.

BLOCO 27 - O relógio avança o tempo necessário para o processamento no computador.

BLOCO 28 - As mensagens de saída recebem maiores prioridades de ocupação da linha de Transmissão que as mensagens de entrada.

BLOCO 29 - Estatística de fila de mensagens de saída que esperam a liberação da linha para serem transmitidas. Uma mensagem é adicionada a fila.

BLOCO 30 - A linha é ocupada pela mensagem de saída.

BLOCO 31 - Um terminal é liberado da fila referenciada no Bloco 29.

BLOCO 32 - Os Tempos de Respostas dos terminais são acumulados estatisticamente.

BLOCO 33 - O relógio avança o tempo necessário para a transmissão da mensagem de saída.

BLOCO 34 - A linha foi liberada da mensagem de saída.

BLOCO 35 - As mensagens geradas saem do Sistema.

3.2.2 - HUB GO-AHEAD POLLING COM LINHA FULL-DUPLEX

Mostram-se as etapas da Simulação de Sistema usando o Método *Hub-Ahead Polling* com Linha *Full-Duplex*, através dos blocos numerados do fluxograma da Figura III.4, com os significados seguintes:

BLOCO 1 - Inicializa o sistema de *Polling*.

BLOCO 2 - Determina o tempo para uma mensagem de *polling*.

BLOCO 3 - O computador convida o último terminal da linha.

BLOCO 4 - Estatística de fila de terminais que esperam pela mensagem de *polling*. Um terminal é adicionado a fila.

BLOCO 5 - Artifício de programação usado para minimizar o tempo do processamento do programa.

BLOCO 6 - A linha é ocupada por uma mensagem de *polling*.

BLOCO 7 - Um terminal é liberado da fila do Bloco 4.

BLOCO 8 - O relógio avança o tempo necessário para a mensagem de *polling*.

BLOCO 9 - Testa se o terminal convidado tem mensagem a enviar. (Em caso negativo, transfere para o Bloco 11).

BLOCO 10 - O terminal tem mensagem a enviar para o computador (a mensagem de entrada associada ao terminal foi gerada no Bloco 17).

BLOCO 11 - A linha é liberada da mensagem de *polling*.

BLOCO 12 - Associado ao Bloco 5.

BLOCO 13 - O relógio avança o intervalo de tempo entre consecutivos *polling*.

BLOCO 14 - Determina o próximo terminal a ser convidado.

BLOCO 15 - Testa se todos os terminais foram convidados. Se ainda há terminal a ser convidado, o *Polling* é feito de terminal a terminal. Volta ao Bloco 4.

BLOCO 16 - Todos os terminais foram convidados. Volta ao Bloco 3.

BLOCO 17 - Mensagens de entrada são geradas randonicamente seguindo a Distribuição de Poisson.

BLOCO 18 - Determina o terminal para a mensagem gerada.

BLOCO 19 - Geração de um número randômico entre 0 e 999.

BLOCO 20 - Testa se o terminal tem mensagem a enviar. A probabilidade de um terminal não ter mensagem a enviar é de 20% (Se não há mensagem a enviar, transfere para o Bloco 22).

BLOCO 21 - Estatística de fila de mensagens de entrada que esperam a liberação da Linha para serem transmitidas. Uma mensagem é adicionada a fila.

BLOCO 22 - O terminal espera que seja convidado.

BLOCO 23 - O terminal convidado fica ocupado para enviar a mensagem de entrada.

BLOCO 24 - Artifício de programação usado para minimizar o tempo de processamento do programa.

BLOCO 25 - A linha é ocupada pela mensagem de entrada.

BLOCO 26 - Verifica se o terminal tem mensagem a enviar. (Em caso afirmativo, transfere para o Bloco 31).

BLOCO 27 - A linha é liberada da mensagem de entrada.

BLOCO 28 - O terminal é liberado para enviar ou receber mensagens.

BLOCO 29 - Associado ao Bloco 24

BLOCO 30 - Transfere para o Bloco 45

BLOCO 31 - Uma mensagem é liberada da fila referenciada pelo Bloco 21.

BLOCO 32 - O relógio avança o tempo necessário para a transmissão da mensagem de entrada.

BLOCO 33 - A linha é liberada da mensagem de entrada.

BLOCO 34 - O terminal é liberado para receber ou enviar mensagens.

BLOCO 35 - Associado ao Bloco 24.

BLOCO 36 - O relógio avança o tempo necessário ao processamento no computador.

BLOCO 37 - Estatística de fila de mensagens de saída que esperam a liberação da linha para serem enviadas. Uma mensagem é adicionada a fila.

BLOCO 38 - O terminal é ocupado para receber mensagens.

BLOCO 39 - A linha é ocupada para a transmissão da mensagem de saída.

BLOCO 40 - Uma mensagem é liberada da fila referenciada no Bloco 37.

BLOCO 41 - Os tempos de Respostas dos terminais são acumulados estatisticamente.

BLOCO 42 - O relógio avança o tempo necessário a transmissão da mensagem de saída.

BLOCO 43 - A linha foi liberada da mensagem de saída.

BLOCO 44 - O terminal foi liberado podendo ser convidado novamente.

BLOCO 45 - As mensagens geradas saem do Sistema.

3.3 - SISTEMA CONTENTION

No Método *Contention*, quando um terminal tem mensagens a enviar, este requisita a linha para a transmissão. Se a linha está sendo utilizada por um terminal, forma-se uma fila de requisições de ocupação de linha na ordem em que essas requisições são feitas. Havendo informações do computador para um determinado terminal, este recebe as informações desde que, nesse momento, não esteja enviando informações para a linha. Como a linha Multiponto é *Full-Duplex*, um terminal pode receber informações ao mesmo tempo que outro terminal envia informações.

As etapas da simulação do Sistema usando o Método *Contention*, mostram-se através dos blocos numerados do fluxograma da Figura II.5, com os significados seguintes:

BLOCO 1 - As mensagens de entrada são geradas randonicamente seguindo a Distribuição de Poisson.

BLOCO 2 - Geração de um número randômico entre 0 e 999.

BLOCO 3 - Testa se o terminal tem mensagem a enviar. A probabilidade de um terminal não ter mensagem a enviar é de 20%. (Se não há mensagem a enviar, transfere para o Bloco 21).

BLOCO 4 - Determina um terminal para a mensagem de entrada gerada.

BLOCO 5 - O terminal fica ocupado para transmitir a mensagem de entrada.

BLOCO 6 - Estatística de fila de mensagens de entrada que esperam a liberação da linha para serem enviadas. Uma mensagem é adicionada a fila.

BLOCO 7 - A linha é ocupada para transmitir a mensagem de entrada.

BLOCO 8 - Uma mensagem é liberada da fila referenciada no Bloco 6.

BLOCO 9 - O relógio avança o tempo necessário para a mensagem de entrada.

BLOCO 10 - A linha é liberada da mensagem de entrada.

BLOCO 11 - O terminal fica livre para receber ou enviar mensagens.

BLOCO 12 - O relógio avança o tempo necessário para o processamento no computador.

BLOCO 13 - O terminal fica ocupado para receber mensagens do computador.

BLOCO 14 - Estatística de fila de mensagens de saída que esperam a liberação da linha para serem enviadas. Uma mensagem é adicionada a fila.

BLOCO 15 - Os tempos de resposta dos terminais são acumulados estatisticamente.

BLOCO 16 - A linha é ocupada para a transmissão da mensagem de saída.

BLOCO 17 - Uma mensagem é liberada da fila referenciada no Bloco 14.

BLOCO 18 - O relógio avança o tempo necessário para a transmissão da mensagem de saída.

BLOCO 19 - A linha é liberada da transmissão da mensagem de saída.

BLOCO 20 - O terminal fica livre para receber ou enviar informações.

BLOCO 21 - As mensagens geradas saem do Sistema.

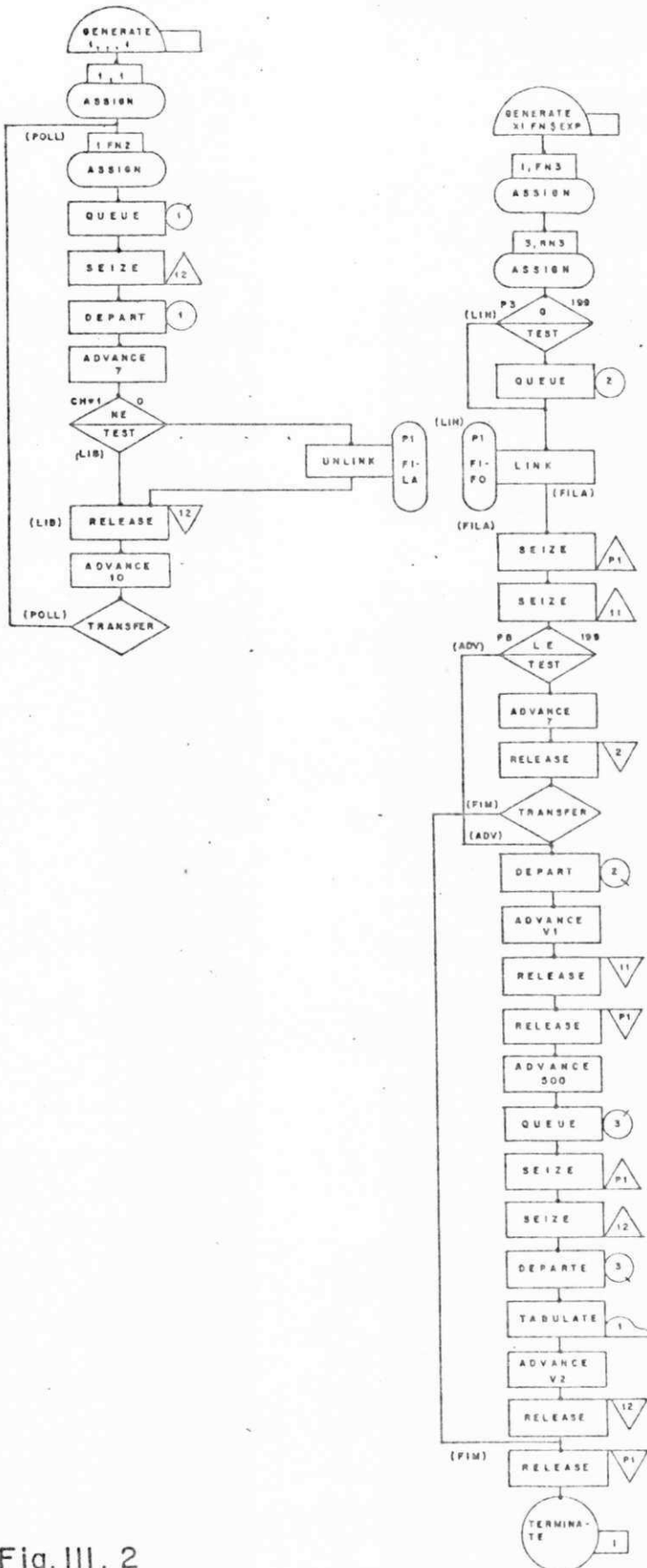


Fig. III. 2

FLUXOGRAMA DO SISTEMA SIMULADO, USANDO O MÉTODO ROLL-CALL POLLING COM LINHA FULL-DUPLEX

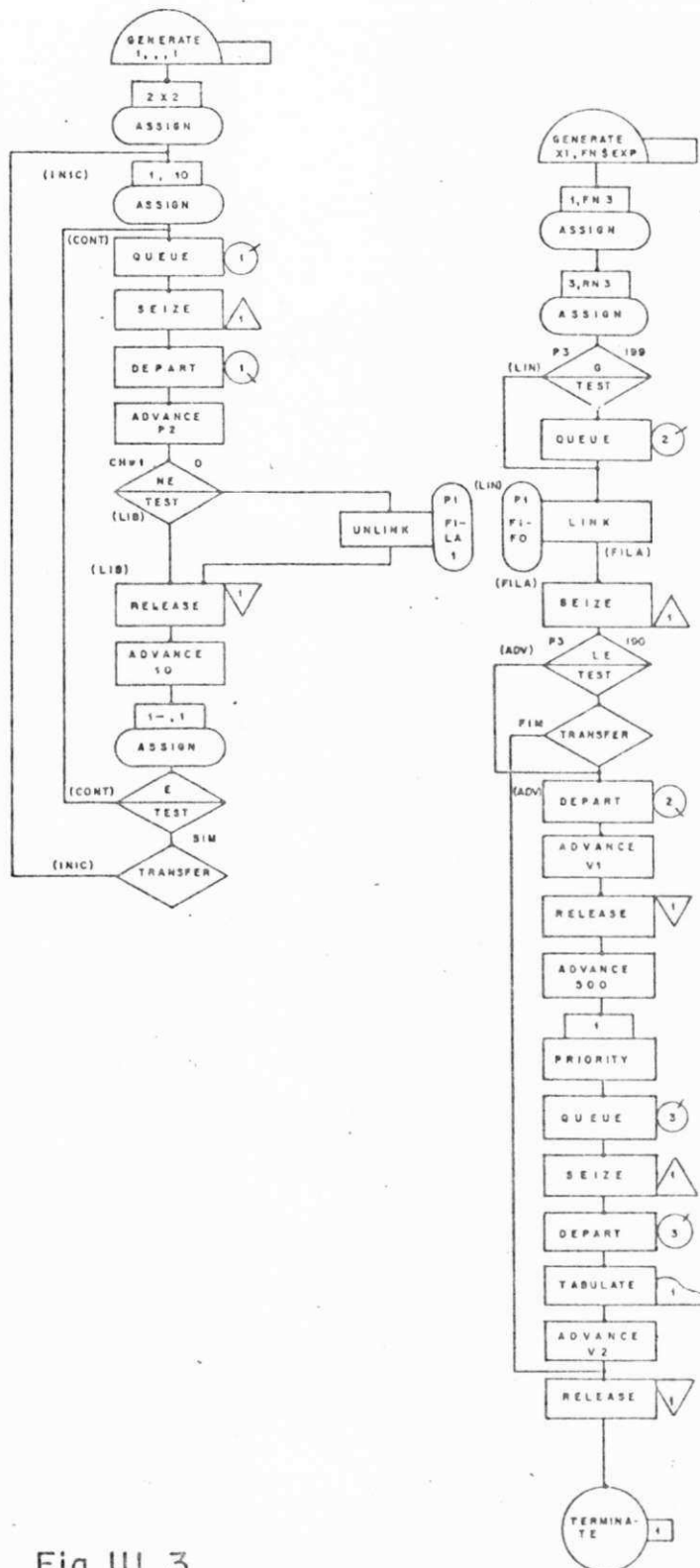


Fig. III. 3
 FLUXOGRAMA DO SISTEMA SIMULADO, USANDO O MÉTODO
 HUB GO - AHEAD POLLING COM LINHA HALF-DUPLEX

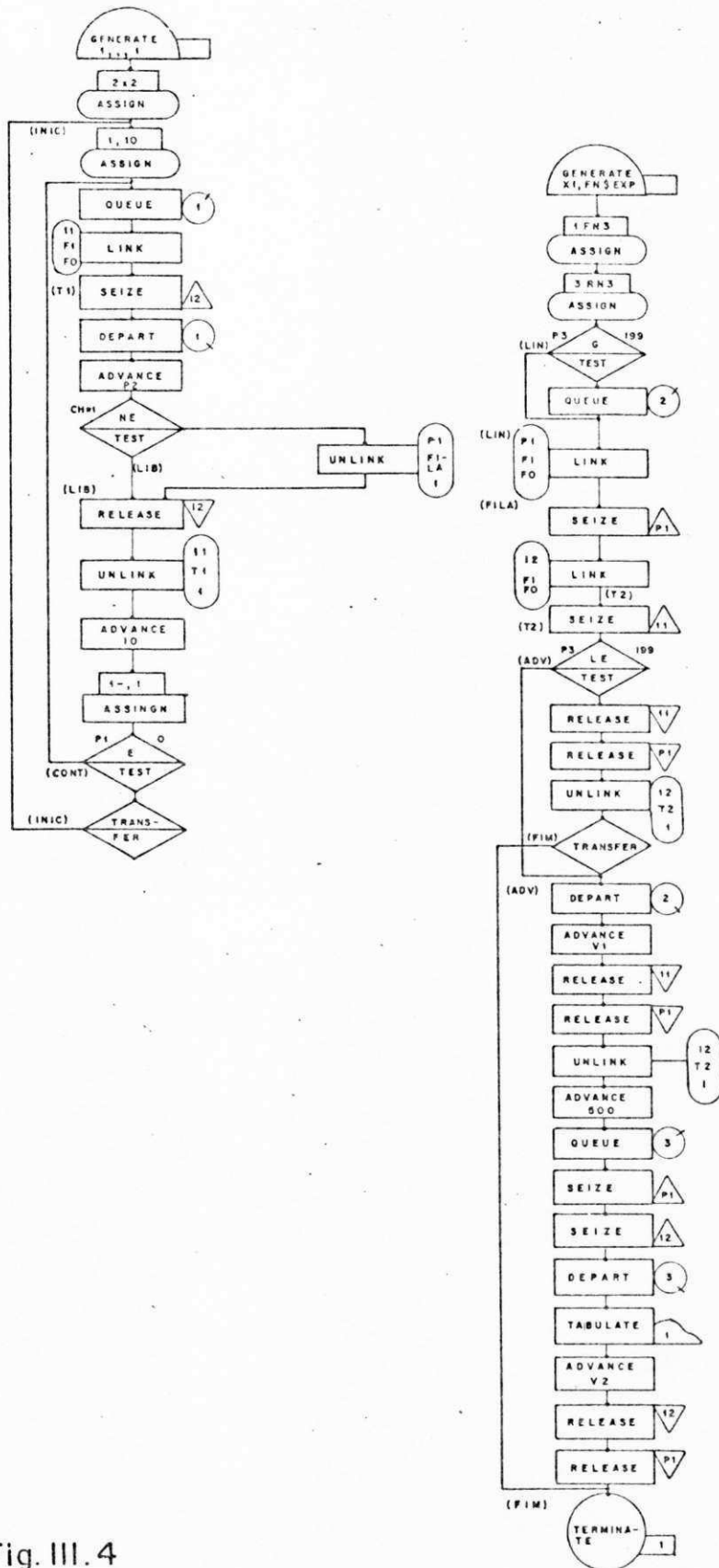


Fig. III.4
FLUXOGRAMA DO SISTEMA SIMULADO, USANDO O MÉTODO HUB GO-AHEAD POLLING COM LINHA FULL-DUPLEX

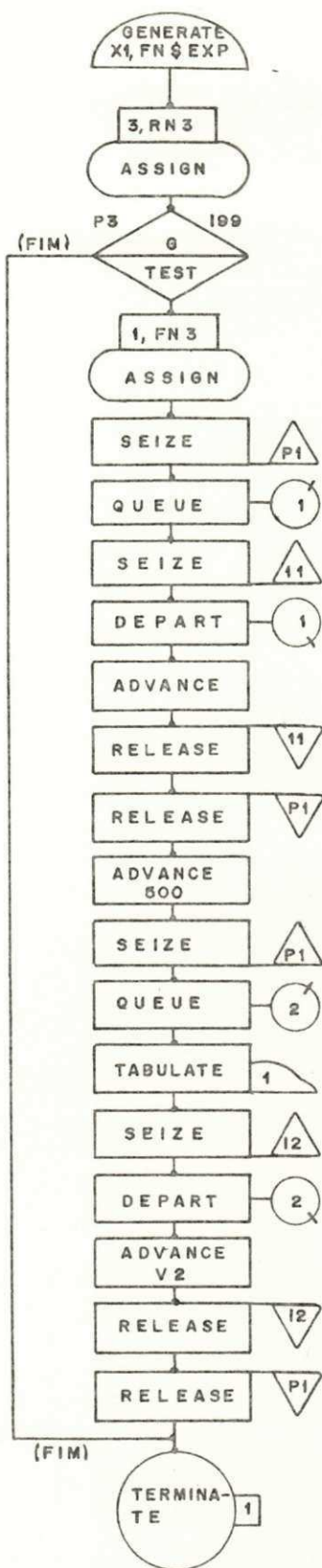


Fig. III.5 FLUXOGRAMA DO SISTEMA SIMULADO USANDO O MÉTODO CONTENTION COM LINHA FULL-DUPLEX

CAPITULO IV

APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

4.0 - INTRODUÇÃO

Os resultados obtidos através dos processamentos dos programas apresentados no Apêndice B, foram condensados em tabelas que fornecem informações necessárias as análises e conclusões dos objetivos deste Trabalho.

4.1 - RESULTADOS

As Tabelas IV.1 a IV.5 apresentam informações sobre distribuição de Tempos de Respostas, média de utilização de linha de transmissão e estatística de filas de mensagens que esperam a liberação da linha para serem transmitidas, respectivamente para os métodos *Roll-Call Polling* com Linha *Half-Duplex*, *Roll-Call Polling* com Linha *Full-Duplex*, *Hub*

Go-Ahead Polling com Linha *Half-Duplex*, *Hub Go-Ahead Polling* com Linha *Full-Duplex* e *Contention* com Linha *Full-Duplex*, em função dos volumes de tráfego seguintes:

- 2.400 mensagens/hora - corresponde a uma razão média de chegada de 1,5 segundos;

- 2.571,2 mensagens/hora - corresponde a uma razão média de chegada de mensagens de 1,4 segundos;

- 2.769,2 mensagens/hora - corresponde a uma razão média de chegada de mensagens de 1,3 segundos;

- 3.000 mensagens/hora - corresponde a uma razão média de chegada de 1,2 segundos;

- 3.272,7 mensagens/hora - corresponde a uma razão média de chegada de mensagens de 1,1 segundos.

VOLUME DE TRÁFEGO (Mensagens/hora)	% TRANSAÇÕES TEMPO RESPOSTA (mseg)	TEMPO DE RESPOSTA MÉDIO (milisegundos).	DESVIO PADRÃO (milisegundo)	MÉDIA UTILIZ. LINHA %	FILA MENS. ENTRADA		FILA MENS. SAÍDA	
					CONTEUDO MÁXIMO	CONTEUDO MÉDIO	MÁXIMO CONTEUDO	CONTEUDO MÉDIO
2.460	90,5 2.700	1.661,363	783,000	94,5	7	0,554	3	0,061
2.751,2	90,0 2.650	1.666,255	781,000	94,5	6	0,562	2	0,060
2.769,2	90,7 2.800	1.726,569	821,000	94,8	6	0,648	3	0,064
3.000	90,1 2.850	1.779,090	871,000	95,1	7	0,750	3	0,075
3.272,7	90,3 3.200	1.900,259	1.022,000	95,3	7	0,879	3	0,086

TABELA V.2 - METODO ROLL-CALL POLLING COM LINHA HALF-DUPLEX

VOLUME DE TRAFEGO (mensagens / hora)	% TRANSAÇÕES TEMPO RESPOSTA (mseg)	TEMPO RESPOSTA MÉDIO (milisegundos).	DESVIO PARDÃO (milisegundo).	MÉDIA UTILIZ. LINHA		FILA MENS. ENTRADA		FILA MENS. SAIDA	
				MENS. ENTRADA	MENS. SAIDA	CONTEUDO MÁXIMO	CONTEUDO MÉDIO	CONTEUDO MÁXIMO	CONTEUDO MÉDIO
2.400	20,3 1.150	789,881	269,000	2,9	53,6	5	0,089	5	0,033
2.571,2	90,2 1.200	812,276	301,000	3,0	54,6	6	0,103	5	0,042
2.769,2	90,9 1.250	824,327	303,000	3,3	55,6	4	0,1115	4	0,048
3.000	90,1 1.350	865,418	350,00	3,7	57,6	5	0,148	4	0,068
3.272,7	90,5 1.400	882,644	363,006	4,0	58,7	7	0,166	5	0,075

TABELA V.2 - METODO ROLL-CALL POLLING COM LINHA FULL-DUPLEX

VOLUME DE TRÁFEGO (mensagens/hora).	% TRANSAÇÕES TEM-PO RES-POSTA(mseg)	TEMPO RES-POSTA MÉDIO (milisegundos).	DESVIO PADRÃO (milisegundos)	MÉDIA UTILIZ. LINHA %	FILA MENS. ENTRADA		FILA MENS. SAÍDA	
					CONTEUDO MÁXIMO	CONTEUDO MÉDIO	CONTEUDO MÁXIMO	CONTEUDO MÉDIO
2.400	90,6 1.800	1.186,780	475,000	89,4	5	0,230	3	0,038
2.571,2	90,1 1.950	1.237,484	546,00	89,9	6	0,259	3	0,051
2.769,2	91,2 2.000	1.255,245	538,00	90,1	6	0,273	3	0,052
3.000	90,9 2.050	2.786,636	552,000	90,4	6	0,288	3	0,061
3.272,7	90,6 2.150	1.338,047	611,000	90,9	7	0,314	5	0,071

TABELA V.3 - MÉTODO HUB GO-AHEAD POLLING COM LINHA HALF-DUPLEX

VOLUME DE TRAFEGO (mensagens/ hora).	% TRANSA- ÇÕES TEM- PO RES- POSTA (mseg)	TEMPO RES- POSTA MÉDIO (milisegun- dos).	DESVIO PADRÃO (milise- gundos)	MÉDIA UTILIZ. LINHA		FILA MENS. ENTRADA		FILA MENS. SAÍDA	
				MENS.	MENS.	CONTEUDO MÁXIMO	CONTEUDO MÉDIO	CONTEUDO MÁXIMO	CONTEUDO MÉDIO
400	90,5 1.150	788,268	264,000	2,8	53,7	4	0,090	3	0,033
571,2	90,3 1.250	823,856	316,000	3,1	55,2	4	0,114	4	0,046
769,2	90,8 1.250	828,606	308,00	3,2	55,6	4	0,119	4	0,047
1000	90,2 1.300	849,006	320,000	3,6	56,9	4	0,157	4	0,056
272,7	10,1 1.350	874,968	344,000	3,8	58,3	4	0,161	4	0,068

TABELA V.4 - MÉTODO HUB GO-AHEAD POLLING COM LINHA FULL-DUPLEX

VOLUME DE TRÁFEGO (mensagens/hora)	% TRANSAÇÕES TEM-PO RES-POSTA(mseg)	TEMPO RES-POSTA MÉDIO (milisegundos).	DESVIO PADRÃO (milisegundos).	MÉDIA UTIL. LINHA		FILA MENS. ENT.		FILA MEI. SAIDA	
				MENS. ENTRADA	MENS. SAIDA	CONTEUDO MÁXIMO	CONTEUDO MÉDIO	CONTEUDO MÁXIMO	CONTEUDO MÉDIO
2.400	90,6 350	617,828	154,000	2,8	20,9	2	0	3	0,026
2.571,2	91,2 900	630,687	174,062	3,2	23,5	2	0	3	0,036
2.769,2	90,3 900	628,119	170,500	3,3	24,9	3	0	3	0,035
3.000	90,5 900	637,400	184,375	3,5	26,4	2	0	4	0,042
3.272,7	91,4 950	655,326	206,812	3,9	28,9	3	0,001	4	0,056

TABELA V.5 - MÉTODO CONTENTION COM LINHA FULL-DUPLEX

CAPITULO V

C O N C L U S Õ E S

5.0 - INTRODUÇÃO

Apresentam-se análise e conclusões dos resultados inseridos no Capítulo IV.

5.1 - TEMPOS DE RESPOSTAS

As Figuras V.1 a V.5 apresentam gráficos de distribuição de Tempos de Respostas para aproximadamente 90% das transações (mensagens geradas no sistema), Tempos de Respostas Médios e Desvio Padrão para as transações do Sistema, em função do volume de tráfego, respectivamente para os métodos *Roll-Call Polling* com Linha *Half-Duplex*, *Roll-Call Polling* com Linha *Full-Duplex*, *Hub Go-Ahead Polling* com Linha *Half-Duplex*, *Hub Go-Ahead Polling* com Linha *Full-Duplex* e *Contention*

com Linha *Full-Duplex*. Analisando os referidos gráficos, concluimos:

Os métodos com Linha *Half-Duplex*, (Figuras V.1 e V.3), apresentam Tempos de Respostas consideravelmente maiores que os métodos com Linhas *Full-Duplex*, (Figuras V.2, V.4 e V.5); a Linha *Hal-Duplex* necessita de tempo para a inversão da sua direção de transmissão (*Line Turnaround Time*).

Considerando os métodos com Linha *Half-Duplex*, o *Hub Go-Ahead Polling* (Figura V.3), apresenta menores Tempos de Respostas do que o *Roll-Call Polling* (Figura V.1), uma vez que necessita um número menor de inversões da direção da transmissão da Linha e, conseqüentemente, menos tempo de *Polling*.

Considerando os métodos com Linha *Full-Duplex*, o *Contention*, (Figura V.5), apresenta Tempos de Respostas menores que os demais métodos, desde que não dispense tempo em *Polling*; o *Hub Go-Ahead Plling*, (Figura V.4), apresenta Tempos de Respostas aproximadamente iguais ao *Roll-Call Polling* desde que a diferença de tempos de *Polling* entre os dois métodos é desprezível para os volumes de tráfego considerados.

5.2 - UTILIZAÇÃO DA LINHA DE TRANSMISSÃO

Uma linha de transmissão com média de utilização acima de 70% implica em sobrecarga na Linha, isto é, aumento no tempo de espera das solicitações no sistema; com

média de utilização de linha abaixo de 70% implica que a linha poderá ser melhor utilizada, atendendo a um número maior de solicitações no sistema.

Os métodos com Linha *Half-Duplex* apresentam sobrecargas nas linhas de transmissão, com médias de utilização superiores a 80% (a Linha transmite as mensagens de entradas em tempos diferentes das mensagens de saída); o método *Hub Go-Ahead Polling* apresenta menores médias de utilização de linha do que o método *Roll-Call Polling*, uma vez que requer menos tempo de *Polling*.

Os métodos com Linha *Full-Duplex* apresentam médias de utilização de linha abaixo de 60% para cada direção de transmissão; a direção da transmissão das mensagens de saída é mais utilizada do que a direção da transmissão das mensagens de entrada (os tempos necessários à transmissão das mensagens de saída são maiores do que aqueles necessários às mensagens de entrada). O método *Contention* apresenta médias de utilização de linha menores do que os demais métodos, uma vez que não usa a linha para *Polling*; os métodos *Hub Go-Ahead Polling* *Roll-Call Polling* apresentam médias de utilização aproximadamente iguais desde que a diferença de tempos de *Polling* entre os dois métodos é desprezível para os volumes de tráfego considerados.

5.3 - FILAS PARA OCUPAÇÃO DA LINHA DE TRANSMISSÃO

As análises das estatísticas de filas de mensagens de entrada (mensagens esperam para serem transmitidas dos terminais ao computador) e de mensagens de saída (mensagens esperam para serem transmitidas do computador aos terminais) levam às seguintes conclusões:

Os métodos com Linhas *Half Duplex* apresentam filas de mensagens de entrada maiores do que as filas de mensagens de saída (as mensagens de saída têm maior prioridade do que as mensagens de entrada); o método *Hub Go-Ahead Polling* apresenta filas de mensagens de entrada menores do que o método *Roll-Call Polling*, uma vez que requer menos tempo de *Polling*.

Considerando os métodos com Linhas *Full-Duplex*, o *Contention* apresenta menores estatísticas de filas do que os demais métodos, uma vez que não dispende tempo em *Polling*; os métodos *Hub Go-Ahead Polling* e *Roll-Call Polling* apresentam estatísticas de filas aproximadamente iguais desde que a diferença de tempos de *Polling* entre os dois métodos é desprezível para os volumes de tráfego considerados.

TEMPO (milisegundos)

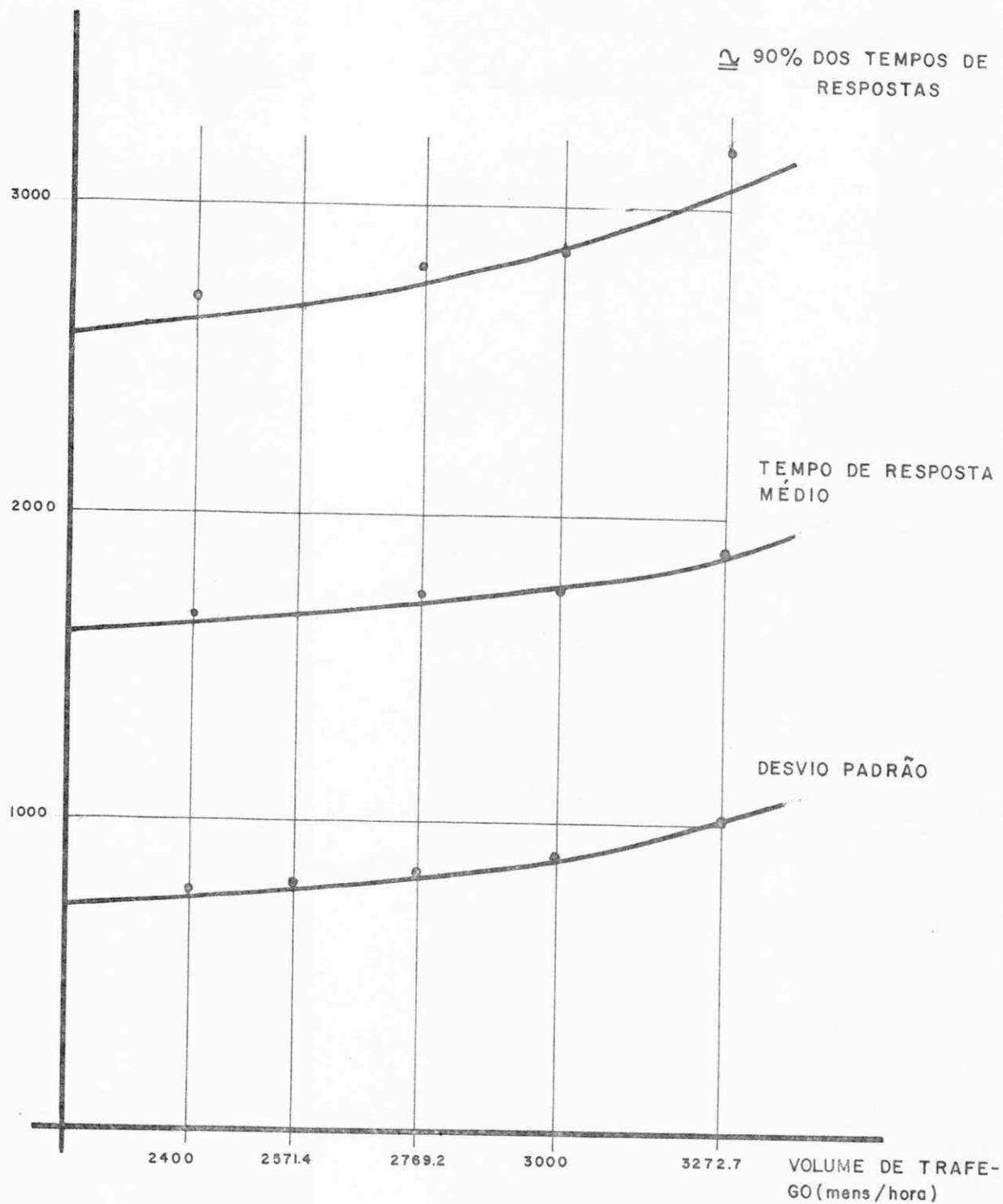


Fig. V. 1

MÉTODO ROLL-CALL POLLING COM LINHA HALF DUPLEX

TEMPO(milisegundos)

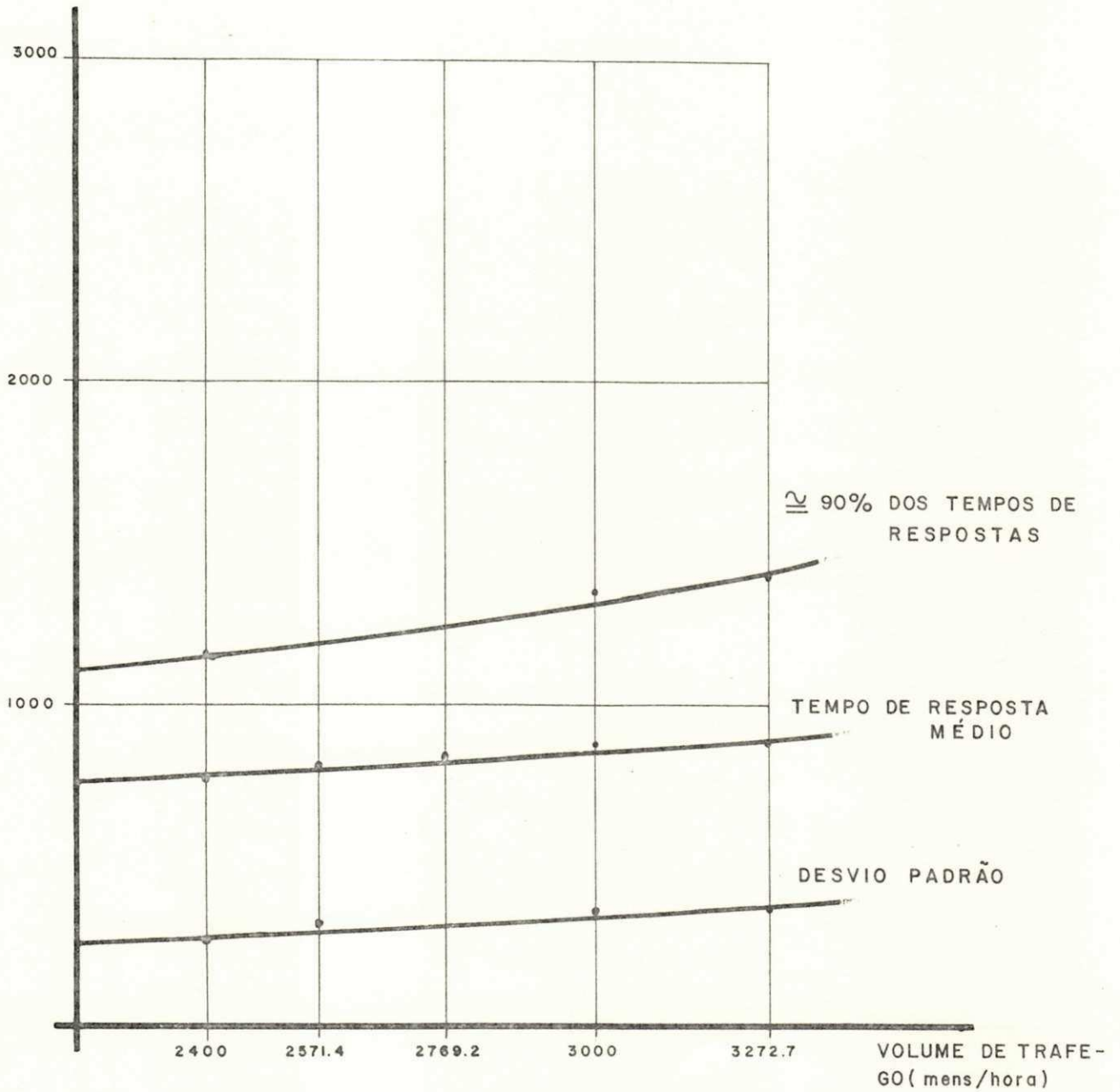


Fig. V. 2

MÉTODO ROLL-CALL POLLING COM LINHA FULL DUPLEX

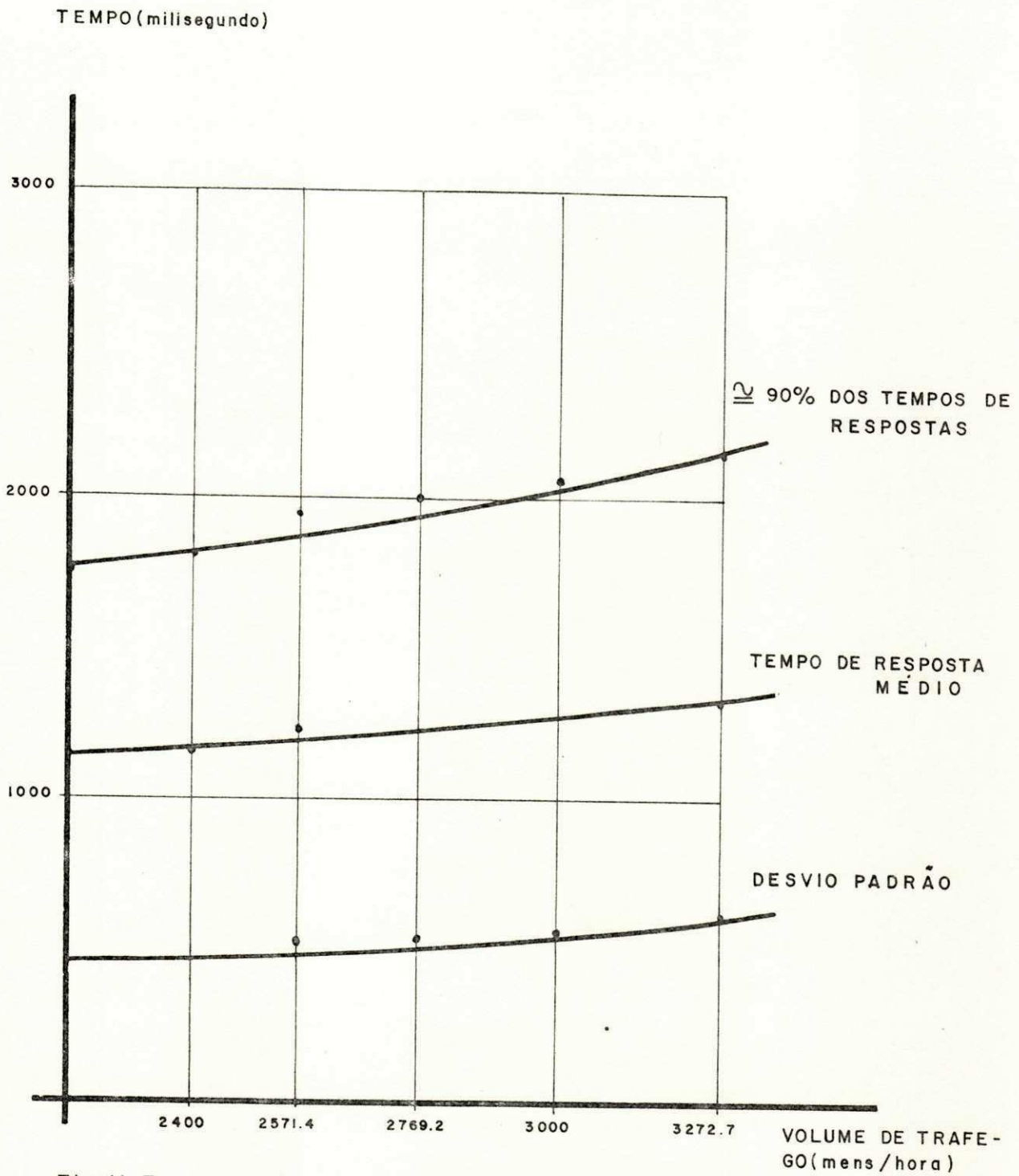


Fig. V.3

MÉTODO HUB GO-AHEAD COM LINHA HALF-DÚPLEX

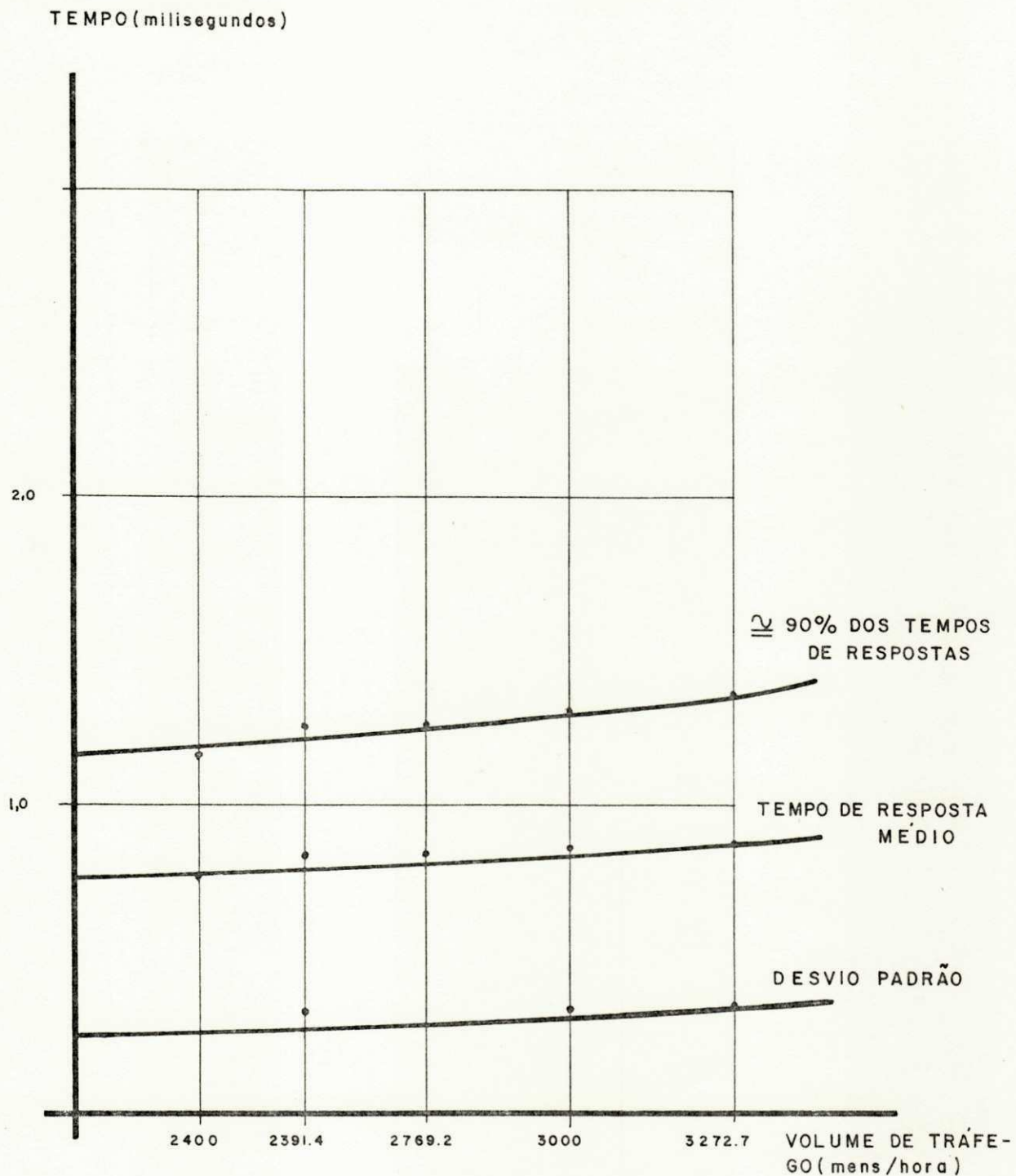


Fig. V. 4
MÉTODO HUB GO - AHEAD COM LINHA FULL - DUPLEX

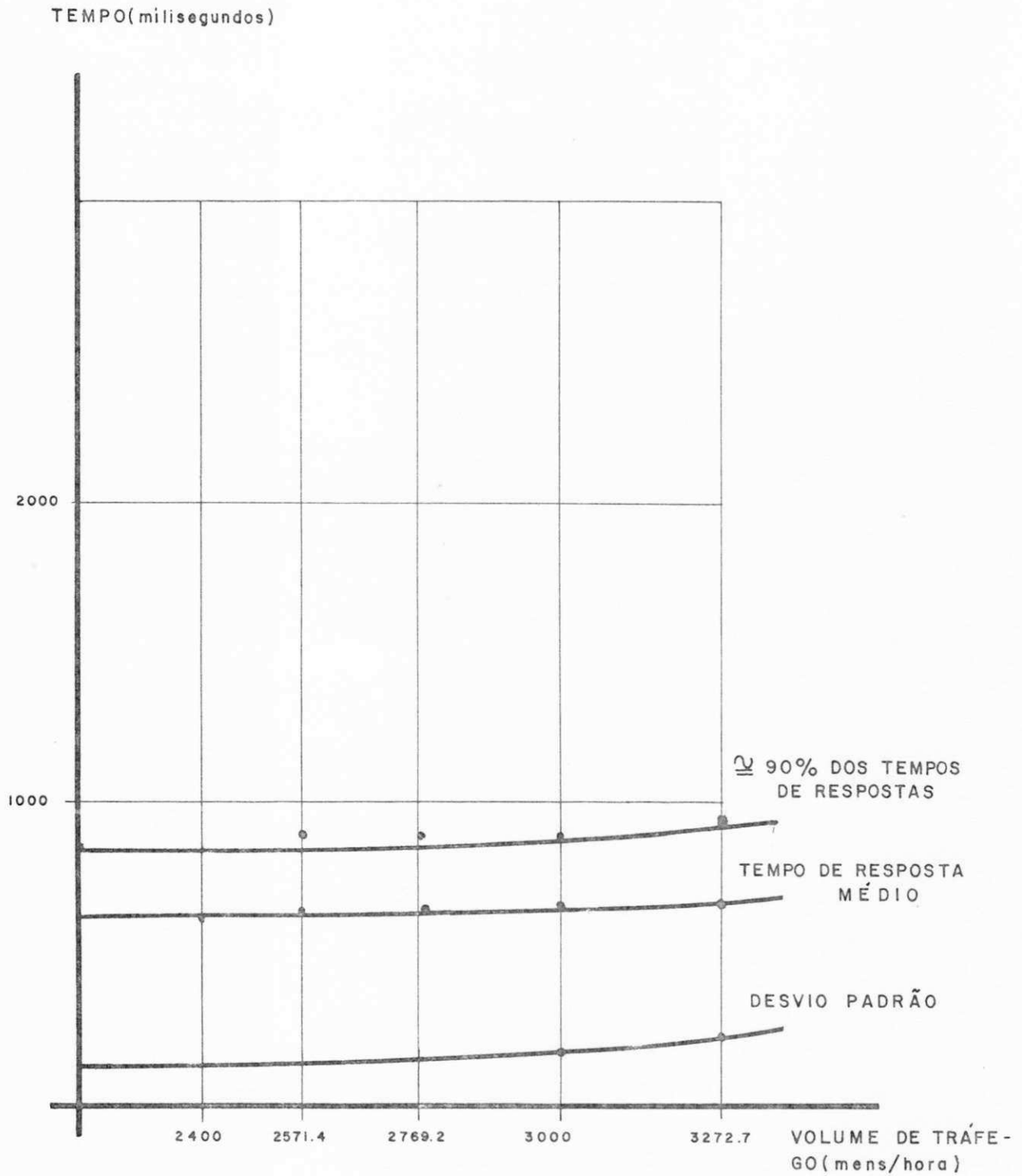


Fig. V. 5

MÉTODO CONTENTION COM LINHA FULL DUPLEX

CAPÍTULO VI

SUGESTÕES

6.1 - INTRODUÇÃO

Sugestões para pesquisas futuras, com o objetivo de dar continuidade ao presente trabalho.

6.2 - SUGESTÕES

Utilizando simulação, sugere-se:

1 - O dimensionamento de uma Rede Multiponto, através de análises e comparações das variações de parâmetros, tais como: velocidade de linha de transmissão, tempos de *Polling*, volume de tráfego, número de terminais, etc., a fim de se obter:

a - Um critério prē-estabelecido de Tempos de Respostas;

b - Otimizaçãõ do uso da linha de transmissãõ;

c - Controle de filas de ocupaçãõ (mensagens de entrada/saída) da Linha de Transmissãõ;

2 - O dimensionamento de uma Rede Multiponto (ou de outra Configuraçãõ de Rede), considerando os serviçõs requisitados ã rede em funçãõ dos custos que acarretam, para os mētodos de controle de linha dessa rede.

3 - Análise e comparaçãõ de serviçõs requisitados a uma Rede Multiponto, usando Concentradores, para os tipos de *Polling* Geral e Específico.

4 - Encontrar os objetivos do presente trabalho, através da Teoria das Filas, comparando os resultados obtidos com os encontrados pela simulaçãõ. Sugere-se também que para os mētodos que utilizam *Polling*, sejam feitas comparações para diferentes tempos de *Polling*.

APENDICE A

CONSIDERAÇÕES SOBRE GPSS/360

O *General Purpose Simulation System/360* ou GPSS/360, é uma das versões do GPSS podendo ser aplicado a uma variedade de problemas de simulação discreta. O GPSS/360 é simultaneamente uma Linguagem com gramática e vocabulário bem definidos e um Programa de Computador que interpreta os modelos descritos nesta Linguagem.

Expressa-se um modelo de GPSS/360 através de uma sequência de blocos que indicam o fluxo do tráfego do sistema. As unidades de tráfego (ou entidades dinâmicas) que se movem através do sistema chamam-se Transações, dependentes do Sistema que está sendo simulado. As transações podem ser mensagens em um sistema digital, atividades em uma Linha de produção, etc.

O Programa GPSS/360 opera efetivamente movendo transações através do modelo (bloco a bloco) e executando as ações associadas a cada bloco. Um relógio é simulado registrando os tempos nos quais os eventos ocorrem, na mes

ma sequência em que estariam no sistema real. Dispõe de geradores de números randômicos e entidades que são itens de interesse do sistema, tais como: Facilidades (*Facilities*) que sã podem ser ocupadas por uma transação em um tempo; Armaz^{en}agens (*Storages*) que podem ser ocupadas por mais de uma transação em um tempo; Filas (*Queues*) que têm o propósito de obter estatísticas de quaisquer pontos do modelo onde transações esperam sua vez de ocupar um determinado bloco; Funções (*Functions*) que permitem a computação de relações funcionais discretas ou contínuas entre uma variável independente e valores dependentes de funções, etc. Diversos tipos de saída podem ser obtidos tais como: estatísticas de filas de transações em qualquer ponto do Sistema, informações sobre Tempo de Respostas, etc.

APENDICE B

LISTAGENS DOS PROGRAMAS

Programas escritos na Linguagem GPSS/360,
processados no Sistema de Computação IBM/370, Modelo 145:

B.1 - MÉTODO ROLL-CALL POLLING COM LINHA HALF-DUPLEX

```
//POLL JOB (0,0,40),MSGLEVEL = 1
//      EXEC GPSS
//SYSIN DD *
      SIMULATE
* FUNÇÃO EXPONENCIAL
  EXP  FUNCTION  RN2,C24
0,0/.1,.104/.2,.222/.3,.355/.4,.509/.5,.69/
.6,.915/.7,1.2/.75,1.38/.8,1.6/.84,1.83/.88,2.12/
.9,2.3/.92,2.52/.94,2.81/.95,2.99/.96,3.2/.97,3.5/
.98,3.9/.99,4.6/.995,5.3/.998,6.2/.999,7/.9998,8
* LISTA DE CONVITES
  2  FUNCTION  P1,D10
1,2/2,3/3,4/4,5/5,6/6,7/7,8/8,9/9,10/10,1
* DETERMINA QUAL TERMINAL ENVIARÁ A MENSAGEM
  3  FUJUNCTION  RN1,D10
.1,1/.2,3/.3,3/.4,4/.5,5/.6,6/.7,7/.8,8/.9,9/1,10
```

```

4 FUNCTION RN1,06
0,6/.390,10/.604,15/.790,20/.930,40/1,60
* N9 DE CARACTERES DA MENSAGEM DE SAIDA
5 FUNCTION RN1,C11
0,6/.021,20/.05,40/.088,60/.146,80/.228,100/
.382,120/.680,140/.884,160/.996,180/1,200
* TABELA PARA O TEMPO DE RESPOSTA
1 TABLE M1,0,50,160
* VARIAVEIS
* TEMPO DA MENSAGEM DE ENTRADA
1 VARIABLE FN4*10/3
* TEMPO DA MENSAGEM DE SAIDA
2 VARIABLE FN5*10/3
* CICLO DE POLLING
      GENERATE 1,,1
      ASSIGN 1,K1
POLL ASSIGN 1,FN2
      QUEUE 1
      SEIZE 1
      DEPART 1
      ADVANCE 107
      TEST NE CH*1,K0,LIB
      UNLINK P1,FILA,1
LIB RELEASE 1
      ADVANCE 10
      TRANSFER ,POLL

```

* GERAÇÃO DE MENSAGENS

```
GENERATE X1, FN$EXP
ASSIGN 1, FN3
ASSIGN 3, RN3
TEST G P3, 199, LIN
QUEUE 2
LIN LINK P1, FIFO
FILA SEIZE 1
TEST LE P3, 199, ADV
ADVANCE 7
TRANSFER ,FIM
ADV DEPART 2
ADVANCE V1
RELEASE 1
ADVANCE 500
PRIORITY 1
QUEUE 3
SEIZE 1
DEPART 3
TABULATE 1
ADVANCE V2
FIM RELEASE 1
TERMINATE 1
INITIAL X1, 1500
START 5000
RESET
```

```

INITIAL  X1,1400
START    5000
RESET
INITIAL  X1,1300
START    5000
RESET
INITIAL  X1,1200
START    5000
RESET
INITIAL  X1,1200
START    5000
END

```

B.2 - MÉTODO ROLL-CALL POLLING COM LINHA FULL-DUPLEX

```

//POLL2 JOB (0,0,60), MSGLEVEL = 1
//      EXEC GPSS
//SYSIN DD *
      SIMULATE
* UNIDADE DE TEMPO =1MILISEGUNDO
* FUNÇÃO EXPONENCIAL
EXP FUNCTION RN2,C24
0,0/.1,.104/.2,.222/.3,.355/.4,.509/.5,.69/
.6,.915/.7,1.2/.75,1.38/.8,1.6/.84,1.83/.88,2.12/
.9,2.3/.92,2.52/.94,2.81/.95,2.99/.96,3.2/.97,3.5/
.98,3.9/.99,4.6/.995,5.3/.998,6.2/.999,7/.9998,8

```

* LISTA DE CONVITES

2 FUNCTION P1,D10

1,2/2,3/3,4/4,5/5,6/6,7/7,8/8,9/9,10/10,1

* DETERMINA QUAL TERMINAL ENVIARA A MENSAGEM

3 FUNCTION RN1,D10

.1,1/.2,2/.3,3/.4,4/.5,5/.6,6/.7,7/.8,8/.9,9/1,10

* NQ DE TERMINAIS DA MENSAGEM DE ENTRADA

4 FUNCTION RN1,C6

0,6/.390,10/.604,15/.790,20/.930,40/1,60

* NQ DE TERMINAIS DA MENSAGEM DE SAIDA

5 FUNCTION RN1,C11

0,6/.021,20/.05,40/.088,60/.146,80/.228,100/

.382,120/.680,140/.884,160/.996,180/1,200

* TABELA PARA O TEMPO DE RESPOSTA

1 TABLE M1,0,50,160

* VARIAVEIS

* TEMPO DA MENSAGEM DE ENTRADA

1 VARIABLE FN4*10/3

* TEMPO DA MENSAGEM DE SAIDA

2 VARIABLE FN5*10/3

* CICLO DE POLLING

GENERATE 1,,1

ASSIGN 1,K1

POLL ASSIGN 1,FN2

QUEUE 1

SEIZE 12


```

DEPART      1
ADVANCE     7
TEST NE    CH*1,KO,LIB
UNLINK     P1,FILA,1
LIB  RELEASE 12
ADVANCE    10
TRANSFER  ,POLL
    
```

* GERAÇÃO DE MENSAGENS

```

GENERATE   X1, FN$EXP
ASSIGN     1, FN3
ASSIGN     3, RN3
TEST G     P3,199,LIN
QUEUE      2
LIN  LINK   P1,FIFO
FILA SEIZE  P1
SEIZE      11
TEST LE    P3,199,ADV
ADVANCE    7
RELEASE    11
TRANSFER   ,FIM
ADV  DEPART 2
ADVANCE    V1
RELEASE    11
RELEASE    P1
ADVANCE    500
QUEUE      3
    
```

```
SEIZE      P1
SEIZE      12
DEPART     3
TABULATE   1
ADVANCE    V2
RELEASE    12
FIM RELEASE P1
TERMINATE  1
INITIAL    X1,1500
START      5000
RESET
INITIAL    X1,1400
START      5000
INITIAL    X1,1300
START      5000
RESET
INITIAL    X1,1200
START      5000
RESET
INITIAL    X1,1100
START      5000
END
```

B.3 - MÉTODO HUB GO-AHEAD COM LINHA HALF-DUPLEX

```
//HUB JOB(0,0,60),MSGLEVEL = 1
```

```

//      EXEC  GPSSS
//SYSIN DD *

      SIMULATE

* UNIDADE DE TEMPO = 1 MILISEGUNDO

* FUNÇÃO EXPONENCIAL
EXP FUNCTION RN2,C24
0,0/.1,.104/.2,.222/.3,.355/.4,.509/.5,.69/
.6,.915/.7,1.2/.75,1.38/.8,1.6/.84,1.83/.88,2.12/
.9,2.3/.92,2.52/.94,2.81/.95,2.99/.96,3.2/.97,3.5/
.98,3.9/.99,4.6/.995,5.3/.998,6.2/.999,7/.9998,8

* DETERMINA QUAL TERMINAL ENVIARÁ A MENSAGEM
3 FUNCTION RN1,D10
.1,1/.2,2/.3,3/.4,4/.5,5/.6,6/.7,7/.8,8/.9,9/1,10

* Nº DE CARACTERES DA MENSAGEM DE ENTRADA
4 FUNCTION RN1,C6
0,6/.390,10/.604,15/.790,20/.930,40/1,60

* Nº DE CARACTERES DA MENSAGEM DE SAIDA
5 FUNCTION RN1,C11
0,6/.021,20/.05,40/.088,60/.146,80/.228,100/
.382,120/.680,140/.884,160/.996,180/1,200

* TABELA PRA O TEMPO DE RESPOSTA
1 TABLE M1,0,50,160

* VARIÁVEIS

* TEMPO DA MENSAGEM DE ENTRADA
1 VARIABLE FN4*10/3

* TEMPO DA MENSAGEM DE SAIDA
2 VARIABLE FN5*10/3

```

* CICLO DE POLLING

```
GENERATE 1,,1
ASSIGN 2,X2
INIC ASSIGN 1,10
CONT QUEUE 1
SEIZE 1
DEPART 1
ADVANCE P2
TEST NE CH*1,k0,LIB
UNLINK P1,FILA,1
LIB RELEASE 1
ADVANCE 10
ASSIGN 1-,1
TEST NE P1,0,INIC
TRANSFER ,CONT
```

* GERAÇÃO DE MENSAGENS

```
GENERATE X1, FN$EXP
ASSIGN 1, FN3
ASSIGN 3, RN3
TEST G P3,199,LIN
QUEUE 2
LIN LINK P1,FIFO
FILA SEIZE 1
TEST LE P3,199,ADV
TRANSFER ,FIM
ADV DEPART 2
```

```
ADVANCE V1
RELEASE 1
ADVANCE 500
PRIORITY 1
QUEUE 3
SEIZE 1
DEPART 3
TABULATE 1
ADVANCE V2
FIM RELEASE 1
TERMINATE 1
INITIAL x2,57
INITIAL x1,1500
START 5000
RESET
INITIAL x1,1400
START 5000
RESET
INITIAL x1,1300
START 5000
RESET
INITIAL x1,1200
START 5000
RESET
INITIAL x1,1100
START 5000
END
```

B.4 - MÉTODO HUB GO-AHEAD COM LINHA FULL-DUPLEX

```

//HUB2 JOB (0,0,60),MSGLEVEL = A
//      EXEC  GPSS, TIME = 60
//SYSIN  DD
          SIMULATE
* UNIDADE DE TEMPO * 1 MILISEGUNDO
* FUNÇÃO EXPONENCIAL
  EXP  FUNCTION  RN2,C24
0,0/.1,.104/.2,.222/.3,.355/.4,.509/.5,.69/
.6,.915/.7,1.2/.75,1.38/.8,1.6/.84,1.83/.88,2.12/
.9,2.3/.92,2.52/.94,2.81/.95,2.99/.96,3.2/.97,3.5/
.98,3.9/.99,4.6/.995,5.3/.9998,6.2/.999,7/.9998,8
* DETERMINA  QUAL TERMINAL ENVIARA A MENSAGEM
  3  FUNCTION  RN1,D10
.1,1/.2,2/.3,3/.4,4/.5,5/.6,6/.7,7/.8,8/.9,9/1,10
Nº DE CARACTERES DA MENSAGEM DE ENTRADA
  4  FUNCTION  RN1,C6
0,6/.390,10/.604,15/.790,20/.930,40/1,60
* Nº DE CARACTERES DA MENSAGEM DE SAIDA
  5  FUNCTION  RN1,C11
0,6/.021,20/.05,40/.088,60/.146,80/.228,100/
.382,120/.680,140/.884,160/.996,180/1,200
* TABELA PRA O TEMPO DE RESPOSTA
  1  TABLE  M1,0,50,160
* VARIÁVEIS
* TEMPO DA MENSAGEM DE ENTRADA

```

```
1 VARIABLE FN4*10/3
* TEMPO DA MENSAGEM DE SAIDA
2 VARIABLE FN5*10/3
* CICLO DE POLLING
    GENERATE 1,,1
    ASSIGN 2,X2
INIC ASSIGN 1,10
CONT QUEUE 1
    LINK 11,FIFO, TEMPI
TEMP1 SEIZE 12
    DEPART 1
    ADVANCE P2
    TEST NE CH*1,KO,LIB
    UNLINK P1,FILA,1
LIB RELEASE 12
    UNLINK 11,TEMP1,1
    ADVANCE 10
    ASSIGN 1-,1
    TEST NE P1,0,INIC
    TRANSFER ,CONT
* GERAÇÃO DE MENSAGENS
    GENERATE X1,FN$EXP
    ASSIGN 1,FN3
    ASSIGN 3,RN3
    TEST G P3,199,LIN
    QUEUE 2
```

LIN	LINK	P1,FIFO
FILA	SEIZE	P1
	LINK	12,FIFO,TEMP2
TEMP2	SEIZE	11
	TEST LE	P3,199,ADV
	RELEASE	11
	RELEASE	P1
	UNLINK	12,TEMP2,1
	TRANSFER	,FIM
ADV	DEPART	2
	ADVANCE	V1
	RELEASE	11
	RELEASE	P1
	UNLINK	12,TEMP2,1
	ADVANCE	500
	QUEUE	3
	SEIZE	P1
	SEIZE	12
	DEPART	3
	TABULATE	1
	ADVANCE	V2
	RELEASE	12
	RELEASE	P1
FIM	TERMINATE	1
	INITIAL	X2,7
	INITIAL	X1,1500


```

START      5000
RESET
INITIAL    X1,1400
START      5000
RESET
INITIAL    X1,1300
START      5000
RESET
INITIAL    X1,1200
START      5000
RESET
INITIAL    X1,1100
START      5000
END

```

B.5 - MÉTODO CONTENTION COM LINHA FULL-DUPLEX

```

//INT JOB(0,0,10), MSGLEVEL = 1
//      EXEC  GPSS
//SYSIN DD *
* UNIDADE DE TEMPO = 1 MILISEGUNDO
* FUNÇÃO EXPONENCIAL
EXP FUNCTION RN2,C24
0,0/.1,.104/.2,.222/.3,.355/.4,.509/.5,.69/
.6,.915/.7,1.2/.75,1.38/.8,1.6/.84,1.83/.88,2.127
.9,2.3/.92,2.52/.94,2.81/.95,2.99/.96,3.2/.97,3.5/
.98,3.9/.99,4.6/.995,5.3/.998,6.2/.999,7/.9998,8

```

* DETERMINA QUAL TERMINAL ENVIARÁ A MENSAGEM

3 FUNCTION RN1,D10

.1,1/.2,2/.3,3/.4,4/.5,5/.6,6/.7,7/.8,8/.9,9/1,10

*Nº DE CARACTERES DA MENSAGEM DE ENTRADA

4 FUNCTION RN1,06

0,6/.390,10/.604,15/.790,20/.930,40/1,60

Nº DE CARACTERES DA MENSAGEM DE SAIDA

5 FUNCTION RN1,C11

0,6/.021,20/.05,40/.088,60/.146,80/.228,100/

.382,120/.680,140/.884,160/.996,180/1,200

* TABELA PARA O TEMPO DE RESPOSTA

1 TABLE M1,0,50,160

* VARIÁVEIS

* TEMPO DA MENSAGEM DE ENTRADA

1 VARIABLE FN4*10/3

* TEMPO DA MENSAGEM DE SAIDA

2 VARIABLE FN5*10/3

GENERATE X1, FN\$EXP

ASSIGN 3, RN3

TEST G P3,199, FIM

ASSIGN 1, FN3

SEIZE P1

QUEUE 1

SEIZE 11

DEPART 1

ADVANCE V1

```
RELEASE 11
RELEASE P1
ADVANCE 500
SEIZE P1
QUEUE 2
SEIZE 12
DEPART 2
TABULATE 1
ADVANCE V2
RELEASE 12
RELEASE P1
FIM TERMINATE 1
INITIAL X1,1500
START 5000
RESET
INITIAL X1,1400
START 5000
RESET
INITIAL X1,1300
START 5000
RESET
INITIAL X1,1200
START 5000
RESET
INITIAL X1,1100
START 5000
END
```

B I B L I O G R A F I A

01. MURPHY, D. E; KALLIS Jr. S.A. Data Communication, Digital Equip. Corp., 1971.
02. STELMACH, E.V., Introduction to Minicomputer Networks Digital Equip. Corp., 1974.
03. IBM. General Purpose Simulation System/360 User's Manual, Nº 4, 1968.
04. IBM. IBM System/360. Operating System - Queued Telecommunications Access Method, Message Control Programs, Nº 4, June, 1971.
05. COUTTO, R, Transmissão digital: Um novo alcance para o teleprocessamento, Dados e Ideias, Vol 2, Nº 2, Rio de Janeiro, Out/Nov, 1976. p.3-13.
06. Data Communications Terminals., Staff Report, Telecommunications, Vol. 9, Nº5, May 1975. p.23-28.
07. Martin, J - Systems Analysis for Data Transmission, Prentice - Hall Inc., Englewood Cliffs, N.J., 1972.
08. Martin, J. - Telecommunications and the Computer, Prentice Hall, Inc, Englewood Cliffs, N.J., 1976.
09. Kindred, A.R. - Data systems and management - Hall Inc., Englewood Cliffs, N.J., 1973.
10. TAROVA, L.M. ROCKENBACH - Um Estudo sobre Rede de Comunicações, Tese de Mestrado, Porto Alegre, 1977.

11. COSTA, C. M; THYS, N.L. SILVEIRA. Transmissão de Dados, In: III CONGRESSO BRASILEIRO DE TELECOMUNICAÇÕES, Rio de Janeiro, Julho, 1974. p. VIII.1 - VIII.51.
12. DOLL, D.R. - Telecommunications Turbulence and the Computer Network Evolution, Computer February, 1974. p.13-21
13. WILEY, J.M., Just Enough Queuing Theory, Datamation, Vol 23, nº 2, Feb. 1977, p. 87-96.
14. SCHRIBER, T.J. Simulation Using GPSS, John Wiley & Sons Nº 4, 1974.
15. MARTIN, J - Design of Real-Time Computer Sistem, Prentice Hall, Inc, Englewood Cliffs, N.J., 1967.
16. MARTIN, J - Teleprocessing Network Organization, Prentice Hall Inc., Englewood Cliffs, N.J., 1970.
17. BENZA, A. N; VASCONCELOS, A, Teleprocessamento. Livros Técnicos e Científicos Ed. S.A. LTD/DATAMIC, 1977.