

# ANALISADOR DE DADOS PROGRAMÁVEL

MARCO ANTONIO GARCIA ROSSI<sup>1</sup>  
REGINALDO LADVIG OSWALDO<sup>2</sup>

ELZA K. SHIMABUKURO GARCIA<sup>3</sup>

## Sumário

A validação da implementação de um determinado protocolo e a verificação do correto funcionamento da comunicação entre dois equipamentos são problemas que estão sempre presentes na área de comunicação de dados. O equipamento Analisador de Dados Programável (ADP) [1] permite que tais problemas sejam diagnosticados através dos seus MODOS DE OPERAÇÃO.

Os autores pretendem, neste artigo, descrever as estruturas software e as facilidades que o equipamento oferece.

## 1 INTRODUÇÃO

Em comunicação de dados, sempre podemos considerar dois problemas: a validação de uma implementação de um determinado protocolo e a verificação do correto funcionamento da comunicação entre dois equipamentos que implementem o mesmo protocolo.

Em qualquer um dos casos, será necessária a utilização de alguma ferramenta que permita localizar e diagnosticar condições de falha. Esta ferramenta deverá apresentar algumas funções que permitam cumprir as finalidades de VALIDAÇÃO e VERIFICAÇÃO. No equipamento Analisador de Dados Programável (ADP), desenvolvido no Centro de Pesquisa e Desenvolvimento da TELEBRÁS - CPqD, tais funções estão distribuídas em MODOS DE OPERAÇÃO. A VALIDAÇÃO é possível com o uso dos MODOS DE SIMULAÇÃO e a VERIFICAÇÃO com os MODOS DE MONITORAÇÃO. Naturalmente, tais funções não estão disponíveis para qualquer protocolo ou um protocolo genérico. A escolha da função implica também na seleção de um determinado protocolo.

Além das funções de simulação e análise de protocolos, são necessárias facilidades operacionais e de visualização de informação.

## 2 CARACTERÍSTICAS GERAIS

O equipamento ADP é composto por:

- Unidade de vídeo (CRT) de 9"
- Duas unidades de Floppy Disk de 5 1/4"
- Teclado
- Interface para impressora serial
- Interfaces V.24 e V.36 para linhas em teste
- Leds para monitoração de sinais das interfaces de teste
- Leds para diagnóstico de falha do equipamento
- Pontos para medição de sinais das interfaces de teste

<sup>1</sup>Responsável por Sistemas Operacionais, Unidades Processadoras de Vídeo e Linha

<sup>2</sup>Responsável pelos Modos de Operação de Simulação e Monitoração BSC

<sup>3</sup>Responsável pelos Modos de Operação de Monitoração X.25, SDLC, HDLC, Bit e Assíncrona

### 3 CARACTERÍSTICAS DE HARDWARE

O ADP é um equipamento baseado em micro-processadores INTEL 8088.

Possui tres unidades processadoras com funções especializadas:

- Unidade Processadora de Vídeo (UPV)
  - Responsável pelo controle dos formatos possíveis para visualização de dados;
  - Responsável pelo controle dos atributos de visualização;
  - Responsável pelo tratamento de dados inseridos pelo operador;
  - Responsável pelo controle de impressão.
- Unidade Processadora Principal (UPP)
  - Responsável pelo controle das unidades de disco;
  - Responsável pela execução dos programas que implementam um determinado MODO DE OPERAÇÃO.
- Unidade Processadora de Linha (UPL)
  - Responsável pelo controle de aquisição e envio de dados nas linhas de comunicação em teste;
  - Responsável pelo controle da seleção da interface que será utilizada para teste.

A comunicação entre essas tres placas é feita por linhas seriais com velocidade de 600 Kbps, estando as placas interligadas como mostra a figura 1.

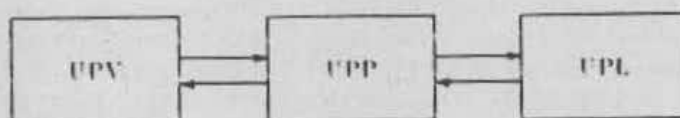


Figura 1. Unidades Processadoras e suas interligações

### 4 CARACTERÍSTICAS DE SOFTWARE

Todo o desenvolvimento, foi feito em linguagem MODULA II utilizando compilador desenvolvido no próprio CPqD.

#### 4.1 ESTRUTURA SOFTWARE

A estrutura software compreende PROCESSOS especializados que mantem comunicação entre si através de entidades denominadas MENSAGENS. Tal comunicação é efetuada de maneira transparente para os PROCESSOS (independendo de suas alocações em Unidades Processadoras).

PROCESSOS residentes em uma mesma Unidade Processadora concorrem pelo uso de seu processador.

Para garantir as comunicações e o escalonamento do uso de processador, cada Unidade Processadora tem residente um Sistema Operacional (SO) especialmente desenvolvido para cumprir essas funções.

Os MODOS DE OPERAÇÃO nada mais são que uma combinação adequada de Processos e Sistema Operacional.

Nas UPV e UPL, todo o software está residente em EPROM e recebe mensagens de configuração para cada um dos MODOS DE OPERAÇÃO, em execução.

Na UPP apenas parte do software está residente em EPROM, constituindo Sistema Operacional, Processo Controlador das Unidades de Floppy Disk e Processo de Interfaceamento com Operador. O software que constitui cada um dos MODOS DE OPERAÇÃO está residente em floppy disks e é carregado em memória quando da definição da operação que será executada.

## 4.2 AVALIAÇÃO DE "DIMENSÕES" SOFTWARE

- **UPV**  
42 Kbytes residentes em EPROM
- **UPL**  
20 Kbytes residentes em EPROM
- **UPP**  
43 Kbytes residentes em EPROM  
550 Kbytes residentes em Floppy Disks

## 5 FACILIDADES OPERACIONAIS

Uma característica necessária e muito importante em um equipamento de teste de protocolos é o conjunto de facilidades de operação. Tais facilidades podem estar disponíveis ao operador na análise dos resultados dos testes aplicados, para que haja um melhor aproveitamento das informações coletadas. É importante que a maior quantidade de facilidades possíveis esteja disponível.

No ADP tal conjunto compreende as seguintes facilidades:

- **Formato de Tela**

Estão disponíveis 3 formatos de tela denominados TELA SIMPLES (figura 2(a)), MEIA TELA HORIZONTAL (figura 2(b)) e MEIA TELA VERTICAL (figura 2(c)), sendo que durante a parametrização do teste o operador poderá selecionar o formato desejado.

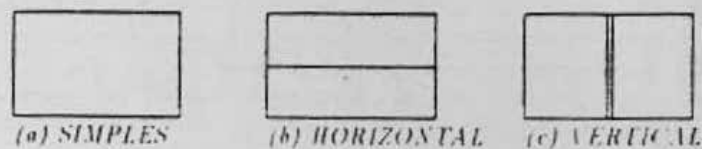


Figura 2. Formatos de Tela

- **Congelamento/Descongelamento de Dados na Tela**

Permite que, durante a execução do teste, sejam congelados os dados na tela, sem prejuízo para o funcionamento do equipamento ou interferência com a linha em teste.

- **Mudança de Código de Visualização**

O ADP permite que sejam visualizados dados da linha em teste em código ASCII, Hexadecimal, EBCDIC, IIA-2. Pressionando uma tecla, o operador pode comandar a troca do código dos dados que já estiverem posicionados na memória de tela.

- **Movimento de Tela**

O ADP possui memória de tela correspondente a até 8 vezes a quantidade de dados que podem estar sendo apresentados no vídeo em um determinado instante. Sendo assim, com o uso de teclas específicas, é possível percorrer toda essa memória.

Tal percurso pode ser feito linha a linha ou tela a tela.

- **Movimento de Cursor**

Existe um cursor que pode ser usado para percorrer a tela, com o objetivo de marcar uma determinada posição no vídeo.

- **Impressão de Tela**

Podem ser feitas cópias do conteúdo da tela, bastando para isso, uma impressora acoplada à interface adequada e o acionamento de uma tecla.

- **Salva de Tela**

Uma imagem da tela que esteja sendo apresentada no vídeo pode ser salva em floppy, bastando para isso pressionar uma tecla e responder à solicitação de nome do arquivo a ser aberto. Caso o nome do arquivo seja considerado inadequado, será criado um arquivo com nome "default".

- **Cancelar Impressão e Salva**

Uma tecla está disponível para esta função.

- **Abortar uma Operação em Curso**

Uma tecla permite que se aborte qualquer operação que esteja sendo executada (MODO DE OPERAÇÃO, comando de operação em floppy, etc).

- **Limpar a Tela**

É possível efetuar a limpeza de todos os dados que estiverem colocados na memória de tela.

## 6 MODOS DE SIMULAÇÃO

Os MODOS DE SIMULAÇÃO são dedicados apenas ao protocolo X.25 [2], da CCITT, sendo destinados à validação de implementações desse protocolo.

Tais MODOS permitem a geração de qualquer quadro definido pelos protocolos X.25, HDLC e SDLC, pacotes definidos pelo protocolo X.25, erros de protocolo e falhas de linha. Nestes modos, o operador pode analisar dados de Nível 2 ou Nível 2 e Nível 3 do protocolo X.25, recebidos, indicando ocorrência de ABORT, quadro com menos de 32 bits, erro de FCS, quadro inválido e quadros muito longo.

Os quadros e/ou pacotes são visualizados através de mnemônicos.

Os campos de informação de quadros e o campo de dados de pacotes de dados podem ser visualizados em ASCII ou Hexadecimal.

No início da operação desses MODOS, há uma fase de parametrização do teste, quando o operador define características de interface, apresentação de informações e parâmetros previsto no protocolo.

Para todos os MODOS, estão disponíveis os formatos de TELA SIMPLES e MEIA TELA VERTICAL, sendo que todos os eventos serão apresentados acompanhados de um número de seis dígitos decimais, identificando o instante em que ocorreu o evento em unidades de mili-segundos.

É possível, quando executando o teste, retornar para a fase de parametrização, mantendo porém, os valores anteriormente escolhidos.

### 6.1 SIMULAÇÃO DE NÍVEL 2 MANUAL

Neste MODO DE OPERAÇÃO, inicialmente o operador passará por uma fase de parametrização do teste que consiste em responder as seguintes perguntas:

- Simulation of (Network or Subscriber) ?
- Physical interface (V.24 or V.36) ?
- Type of interface (Terminal or Modem) ?
- Clock to be used (Internal or External) ?
- Codification to be used (Dir or Nrzi) ?
- Screen format (Simple or Half) ?<sup>4</sup>

<sup>4</sup> "Simple or Half", selecionam TELA SIMPLES ou MEIA TELA VERTICAL, respectivamente.

- Maximum frame length ?
- Record test ?

Após a fase de parametrização, começará a fase de teste. Nesta fase será possível ao operador gerar qualquer quadro definido pelos protocolos X.25, HDLC e SDLC. Além de erro de FCS, ABORT, etc.

O ADP manterá contexto das variáveis de controle de fluxo; no entanto, não gerará nenhuma tipo de resposta automaticamente.

## 6.2 SIMULAÇÃO DE NÍVEL 2 AUTOMÁTICO

Este MODO DE OPERAÇÃO inicia com uma fase de parametrização do teste que consiste das perguntas do NÍVEL 2 MANUAL mais as seguintes perguntas:

- Insistence value ?
- Timing value ?
- Window size?

Nesta fase, o ADP possui todos os comandos disponíveis da SIMULAÇÃO DE NÍVEL 2 MANUAL mais os comandos para gerar tráfego.

O ADP manterá o controle das variáveis de fluxo e estado, e responderá automaticamente os quadros recebidos.

Esta função pode ser ativada e desativada por comando de operador.

## 6.3 SIMULAÇÃO DE NÍVEL 3 MANUAL

Este MODO DE OPERAÇÃO inicialmente passará por uma fase de parametrização do teste, que consiste das perguntas do NÍVEL 2 AUTOMÁTICO, mais a seguinte pergunta:

- Data field length ?

Neste MODO, o Nível 2 do X.25 estará sendo executado automaticamente, embora todos os comandos da SIMULAÇÃO DE NÍVEL 2 MANUAL estejam disponíveis. Estarão disponíveis, ainda, comandos para envio de todos os pacotes definidos pelo Nível 3 do X.25.

Será mantida a atualização das variáveis de controle de fluxo automaticamente, não sendo automática a geração de qualquer resposta.

## 6.4 SIMULAÇÃO DE NÍVEL 3 AUTOMÁTICO

Neste MODO DE OPERAÇÃO, inicialmente o operador passará por uma fase de parametrização do teste, que consiste das perguntas do NÍVEL 3 MANUAL, mais as seguintes perguntas:

- RX and TX Window size ?
- Level 3 insistence value ?
- Level 3 timing value ?
- Number of channel to be controled?  
Channel number and V.C. type(SVC or PVC) ?

Neste MODO, o Nível 2 do X.25 estará sendo executado automaticamente, embora todos os comandos da SIMULAÇÃO DE NÍVEL 2 MANUAL estejam disponíveis. Todos os comandos do modo de SIMULAÇÃO DE NÍVEL 3 MANUAL estão disponíveis, mais os comandos para gerar tráfego e o comando que faz com que o ADP vire um gerador de ECO. O ADP manterá o controle das variáveis de controle de fluxo e estado, e responderá automaticamente os pacotes recebidos nos canais lógicos definidos na parametrização.

Esta função poderá ser ativada ou desativada por comando de operador.



## 6.5 SIMULAÇÃO PROGRAMADA

A SIMULAÇÃO PROGRAMADA nada mais é que a utilização de um programa para executar as mesmas funções que seriam feitas por um operador nos MODOS DE SIMULAÇÃO anteriormente descritos.

O programa é escrito em uma linguagem do tipo PASCAL, que inclui parte das instruções de controle de fluxo desta linguagem, acrescida de dois comandos e uma função especial para a finalidade de teste de protocolo.

- Comandos especiais:

- **PARAMETER (P1, P2, ... ,Pn)**

Px são respostas idênticas às que devem ser fornecidas pelo operador, quando da parametrização do teste em qualquer um dos MODOS DE SIMULAÇÃO.

Deve ser colocado como primeira instrução do programa.

- **COMMAND (CMD')**

CMD é um comando idêntico ao que o operador usaria, caso estivesse executando o teste sem ser em MODO DE SIMULAÇÃO PROGRAMADO. Permite operações de envio de quadros e pacotes, geração de erros, etc.

- Função especial:

- **WAIT (COND1',COND2',.....'CONDn')**

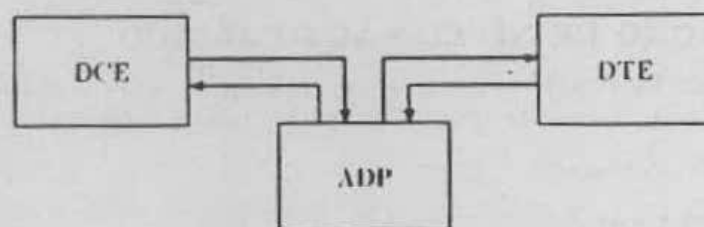
CONDx tem o mesmo formato usado para CMD, sendo válido apenas para quadros e pacotes. Pode também corresponder a uma temporização.

Esta função retorna um valor inteiro, correspondente ao número da condição que foi satisfeita. Caso ocorra algum evento de linha que não corresponda a nenhuma das condições listadas nos parâmetros da função, retornando o valor ZERO.

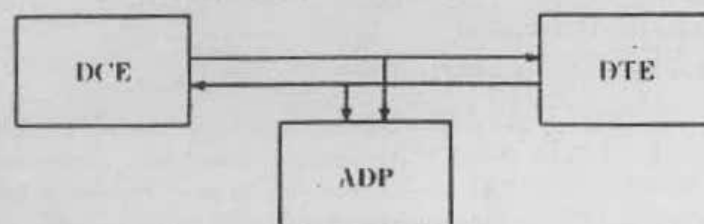
## 7 MODOS DE MONITORAÇÃO

Os MODOS DE MONITORAÇÃO estão disponíveis para protocolos X.25, SDLC, HDLC, BSC, ASSÍNCRONO e BIT.

Nos MODOS DE MONITORAÇÃO, o ADP deve estar ligado a uma linha de comunicação entre um ETD e um ECD. Tal ligação pode ser tanto em série (figura 3 (a)) quanto em paralelo (figura 3 (b)).



(a). Monitoração em SÉRIE.



(b). Monitoração em PARALELO

Figura 3. Ligações para Monitoração

As facilidades oferecidas pelos MODOS DE MONITORAÇÃO compreendem:

- parametrização global (PARAMETERS) para o teste, onde são definidos:
  - características de interface particulares de cada protocolo
  - características do dispositivo que será a fonte de informações a ser monitorada (LINHA, RAM, FLOPPY)
  - características do dispositivo, onde serão gravados os dados analisados (RAM, FLOPPY)
  - características de visualização de informação, particulares de cada protocolo
- definição de condições especiais (TRIGGERS), cuja ocorrência ativa certas ações definidas pelo operador:
  - ativação manual
  - ativação por estado do sinal de interface
  - ativação por contador de eventos
  - ativação por ocorrência de sequência de dados definida pelo operador. Tais seqüências podem ser de quadros, de pacotes ou de bytes, dependendo do protocolo. As seqüências de bytes são definidas através de entrada de dados em ASCII, EBCDIC, Hexadecimal, Máscaras e caracteres indicando "Don't Care". As seqüências de quadros e pacotes são apresentadas ao operador de forma que este necessite apenas preencher os parâmetros que lhe são apresentados. Tais campos são dependentes da sua opção do campo de controle de quadro ou identificador de pacote.
- definição das ações (ACTIONS) que são tomadas em decorrência da ativação de algum TRIGGER:
  - envio de mensagem ao operador
  - operações sobre contador (atribuir, incrementar ou decrementar)
  - operações sobre timer (iniciar, parar, continuar)
  - operações sobre timeout (iniciar, parar)
  - operações sobre gravação de dados (iniciar, parar)
  - operações sobre visualização de dados (iniciar, parar, mudar o código dos dados a serem visualizados, limpar tela, congelar tela)
  - envio de sinal sonoro ao operador
  - parada da monitoração
- comandos:
  - armazenamento e recuperação para/de floppy do cenário de testes
  - edição de um cenário de testes existente
  - eliminação de arquivos criados durante a monitoração
  - eliminação de TRIGGERS/ACTIONS de um cenário de teste
  - mudança de posições na ordem de TRIGGERS/ACTIONS criados
  - visualização de todos os timeouts, timers e contadores utilizados na última monitoração realizada.
  - início de monitoração propriamente dita.

Todas essas facilidades são oferecidas através de "menus". Para cada parametro é habilitado um conjunto de teclas, visualizadas nas 2 linhas inferiores da tela, de forma a orientar o operador na fase de definição do cenário de testes.

Essas facilidades permitem ao operador definir visualização seletiva, gravação seletiva, contagem de eventos, temporização de eventos, alteração no código de visualização, medição de tempo entre eventos, etc.

Ao entrar em qualquer um dos MODOS DE MONITORAÇÃO, é criado um cenário de testes "default" (somente com PARAMETERS), de forma que o operador possa realizar uma monitoração somente com visualização e gravação de dados, sem haver nenhuma análise sobre algum evento específico.

A cada TRIGGER há sempre uma ACTION associada.

### 7.1 MONITORAÇÃO DE PROTOCOLO X.25

Neste MODO DE OPERAÇÃO, o operador pode analisar dados de Nível 2 e/ou Nível 3 do protocolo X.25 do CCITT, sendo indicadas ocorrência de ABORT, IDLE, quadro com menos de 32 bits, erro de FCS, quadros inválidos, pacotes inválidos, quadros muito longos.

Os quadros e/ou pacotes são visualizados através de mnemonicos.

Este MODO permite a seleção de quadros e/ou pacotes que serão visualizados de modo reforçado ou suprimidos.

A visualização dos eventos é feita através da MEIA TELA VERTICAL. Todos os eventos são apresentados acompanhados de um número de 6 dígitos decimais, identificando em unidades de mili-segundos, o instante em que ocorreu o evento.

Os campos de informação de quadros e os campos de dados de pacotes podem ser visualizados em ASCII, EBCDIC ou Hexadecimal.

O operador pode definir nos TRIGGERS, quadros, pacotes ou sequencias de bytes, cuja ocorrência ativará a ACTION correspondente.

### 7.2 MONITORAÇÃO DE PROTOCOLOS HDLC/SDLC

Neste MODO DE OPERAÇÃO, o operador pode analisar quadros do protocolo HDLC/SDLC, sendo indicadas ocorrência de ABORT, IDLE, quadro com menos de 32 bits, erro de FCS, quadros inválidos, quadros muito longos.

A visualização dos eventos é feita através da MEIA TELA VERTICAL, como descrito na MONITORAÇÃO DE PROTOCOLO X.25.

Os quadros são visualizados através de mnemonicos.

Este MODO possui todas as facilidades de visualização descritas para a MONITORAÇÃO DE NÍVEL 2 DO PROTOCOLO X.25.

O operador pode definir nos TRIGGERS, quadros ou sequencias de bytes, cuja ocorrência ativará a ACTION correspondente.

### 7.3 MONITORAÇÃO DE PROTOCOLOS ORIENTADOS A BIT

Neste MODO DE OPERAÇÃO, o operador pode analisar qualquer tipo de protocolo orientado a bit, sendo indicadas ocorrência de ABORT, IDLE, erro de FCS.

Este MODO não realiza nenhuma análise estrutural sobre os dados como ocorre nos dois casos anteriores, em que há identificação de campo de endereço, campo de controle de quadros, identificador de pacotes, etc.

A visualização dos eventos é feita através da MEIA TELA VERTICAL, como descrito na MONITORAÇÃO DE PROTOCOLO X.25.

Os dados são visualizados byte a byte em ASCII, EBCDIC ou Hexadecimal.

O operador pode definir nos TRIGGERS, sequencia de bytes cuja ocorrência ativará a ACTION correspondente.



## 7.4 MONITORAÇÃO DE PROTOCOLOS ASSÍNCRONOS

Neste MODO DE OPERAÇÃO, o operador pode analisar protocolos assíncronos, sendo indicadas ocorrência de erro de paridade, erro de BCC, BREAK.

A visualização dos eventos é feita através da TELA SIMPLES:

- Dados vindos do DTE são visualizados em vídeo normal e dados vindos do DCE em vídeo reverso.
- Os dados são visualizados byte a byte em ASCII, EBCDIC, Hexadecimal ou ITA-2.
- O operador pode definir nos TRIGGERS, sequência de bytes cuja ocorrência ativará a ACTION correspondente.

## 7.5 MONITORAÇÃO DE PROTOCOLO BSC

Neste MODO DE OPERAÇÃO, o operador pode analisar os blocos de controle e de dados do protocolo BSC-3, indicando ocorrência de uma sequência de bytes pré-definidos, erro de FCS, bloco muito longo e paridade.

A visualização dos eventos é feita através da TELA SIMPLES ou MEIA TELA HORIZONTAL.

Este MODO permite a seleção dos blocos que serão suprimidos ou visualizados de modo reforçado. Os blocos podem ser visualizados em ASCII, EBCDIC ou Hexadecimal.

O operador pode definir nos TRIGGERS, blocos ou sequências de bytes cuja ocorrência ativará a ACTION correspondente.

## 8 DESEMPENHO

Um protótipo do equipamento ADP foi submetido a um conjunto de testes não rigoroso. Os resultados obtidos, utilizando-se o MODO DE OPERAÇÃO SIMULAÇÃO DE NÍVEL 2 AUTOMÁTICO, são apresentados na tabela 1 e, os obtidos com o MODO DE OPERAÇÃO SIMULAÇÃO DE NÍVEL 3 AUTOMÁTICO, na tabela 2.

<i>eventos</i>	<i>tempo (ms)</i>
conexão de um enlace	10
desconexão de um enlace	55
tempo de confirmação de um quadro	12
taxa máxima de geração (quadro de 133 bytes)	145

Tabela 1. Desempenho de Simulação Nível 2

<i>eventos</i>	<i>tempo (ms)</i>
conexão de um canal virtual	140
desconexão de um canal virtual	138
tempo de confirmação de um pacote	128
taxa máxima de geração (pacote de 128 bytes)	156

Tabela 2. Desempenho de Simulação Nível 3

## 9 CONCLUSÃO

Equipamentos de testes de protocolos são extremamente necessários no desenvolvimento de novas tecnologias na área de comunicação de dados. Porém, só recentemente, esforços vem sendo realizados para o desenvolvimento desse tipo de equipamento no Brasil.

O ADP se destina à validação e verificação de protocolos. Suas facilidades operacionais visam proporcionar uma operação simples, bem como oferecer recursos para testes rápidos e eficientes. Devido às facilidades de operação e visualização dos dados é que os MODOS DE SIMULAÇÃO apresentam taxas de geração de tráfego relativamente altas, quando comparadas com as taxas de comutação de dados de equipamentos existentes.

## 10 REFERÊNCIAS

- 1 Especificação de Definição do Equipamento ADP CPqD- TELEBRÁS - 1987
- 2 Recomendação X.25 do CCITT - 1984

## 11 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Oswaldo J. A. Frauzin, que participou da concepção e parte do desenvolvimento do projeto; José A. Vallegas Pereira, pelo apoio e confiança dispensados; e, às equipes de hardware e produto do projeto Compac.