

Aspectos da implementação do Protocolo LAPD a RDSI
(Rede Digital de Serviços Integrados)

Durval Carvalho de Avila Jacintho
FTPT - Campinas - SP

Maria Fernanda Simonetti Ribeiro
SPLICE - Campinas - SP

CPqD - Telebrás - Campinas - SP

Janeiro/1987

RESUMO

Este artigo apresenta as principais características do trabalho que está sendo desenvolvido no CPqD - Telebrás em Campinas sobre o Protocolo Nível 2 - LAPD de acesso à RDSI (Rede Digital de Serviços Integrados) e as características básicas dessa rede com relação a tipos de acesso e interface com o usuário. São mostrados os objetivos do Protocolo LAPD, suas funções, as unidades de informação (tipos e estrutura dos quadros LAPD), os tipos de conexões de enlace, e uma comparação com o Protocolo LAPB - Nível 2. Mostram-se também alguns aspectos da implementação do Protocolo LAPD tais como o ambiente em que foi desenvolvido, mensagens nas interfaces e estrutura de dados.

1. INTRODUÇÃO

A RDSI permite que assinantes possam usufruir de vários serviços oferecidos simultaneamente por uma única rede. Dentre esses serviços poderíamos citar: telefonia, videotexto, teletex, fac-simile, etc. Para que tal integração seja possível, torna-se necessário que diversos tipos de terminais de usuário possam ser simultaneamente conectados ao mesmo ponto de interfaceamento conforme ilustrado na figura 1. A interface usuário-rede deve também permitir que mais de uma conexão (comutada por circuito) esteja estabelecida em um dado instante.

A sinalização usuário-rede para todas as conexões da comutação de circuito é feita num canal independente chamado Canal D, enquanto que em redes convencionais (rede telefônica, por exemplo) é feita no mesmo canal em que o circuito é comutado.

O Canal D é portanto compartilhado pelos diversos terminais da interface usuário-rede, os quais utilizam enlaces de dados de camada 2 independentes, para a troca de mensagens de sinalização. Em alguns casos, o Canal D é também utilizado para o tráfego de dados [1].

Os canais utilizados para transferência de informação em conexões comutadas por circuito são denominados canais B.

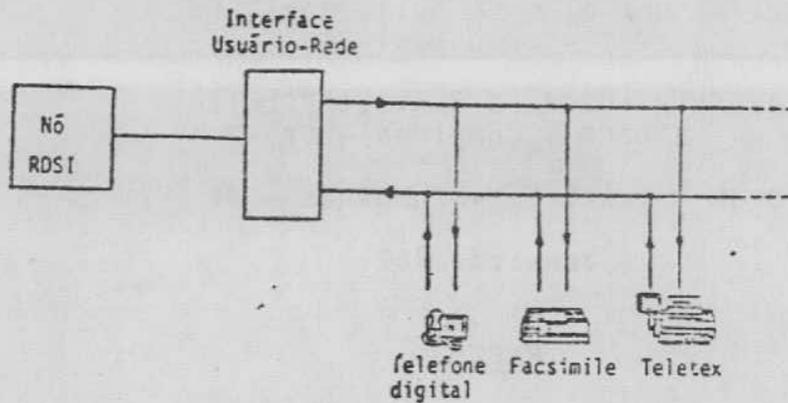


Figura 1 : Caracterização de um usuário da RDSI.

O CCITT (Comité Consultatif International Télégraphique et Téléphonique) padronizou o acesso RDSI através de dois tipos de interface: Acesso Básico e Acesso Primário. Ambos os tipos de acesso são formados de um único Canal D e um certo número de Canais B, conforme mostra a figura 2.

A taxa de transmissão no Canal B é de 64 kbps tanto para acesso básico como primário, enquanto que no Canal D a taxa de transmissão para o acesso básico é de 16 kbps e para o acesso primário é de 64 kbps.

O acesso Básico é utilizado para transmissões de baixo tráfego com um número reduzido de terminais. O arranjo Básico é 2B + D, ou seja, dois canais B e um Canal D.

O acesso Primário é utilizado para alto tráfego de informações, tais como um PABX. Essa interface poderá possuir arranjos diversos, tais como os arranjos 30B + D (utilizado na Europa) e 23B + D (utilizado no Japão e Estados Unidos) [1].



Figura 2 : Tipos de acesso a RDSI.

2. O PROTOCOLO DE ACESSO LAPD

O Protocolo de acesso utilizado nestas interfaces possui as três primeiras camadas do Modelo de Referência da ISO para Interconexão de Sistemas Abertos, sendo o LAPD o Protocolo da Camada de Enlace.

2.1 . OBJETIVOS DO PROTOCOLO

O objetivo do Protocolo LAPD é de transferir informações entre entidades de Nível 3 na interface usuário-rede da RDSI, utilizando o Canal D.

Especificamente o LAPD suporta:

- a) Instalações multiterminal na interface usuário-rede.
- b) Entidades múltiplas de camada 3.

O Protocolo LAPD definido pelas Recomendações I.440 e I.441 do CCITT, muito se assemelha ao Protocolo X.25 - LAPB - Nível 2 (para acesso a uma rede de Comutação de Pacotes), pois ambos são baseados no Protocolo HDLC (High Level Data Link Control) modo balanceado [2].

A diferença marcante entre esses Protocolos é que o primeiro pode suportar a conexão de apenas um enlace lógico sobre uma linha física, enquanto que o Protocolo LAPD - Nível 2 pode suportar vários terminais na interface usuário - rede e também a comunicação fim-a-fim de várias entidades de Nível 3, (tais como sinalização; Comutação de Pacotes, etc) através dos Pontos de Acesso de Serviços (SAP's).

As mensagens geradas na entidade Nível 2 são transmitidas em quadros ("frames") que são a unidade básica para transferência de informação. O Protocolo LAPD é responsável pela qualidade de transmissão e controle de erros na ligação física, relativa ao Canal D, entre o equipamento terminal do usuário e a RDSI.

2.2 . FUNÇÕES DO LAPD

O Protocolo LAPD é responsável por diversas funções que garantem a qualidade da comunicação na ligação física sob o Canal D [3]. Estas funções são:

- Delimitação de quadros, alinhamento e transparência, permitindo o reconhecimento da seqüência de bits transmitida no Canal D como um quadro;
- Detecção e recuperação de erros de transmissão, de formato e de operação na conexão de enlace;
- Notificação à entidade de gerenciamento da ocorrência de erros não recuperáveis;
- Assinalamento da identificação de um equipamento terminal (TEI);
- Controle de fluxo de quadros de informação;
- Manutenção de seqüência de quadros de informação numerados em módulo 128;
- Rejeição de quadros de informação;
- Rejeição de quadros inválidos;
- Reinicialização e liberação de uma conexão de enlace;
- Estabelecimento de uma ou mais conexões de enlace de dados sobre o Canal D. A identificação de cada conexão é feita através do identificador da conexão de enlace contido no quadro LAPD;
- Transmissão e recepção de informação não numerada (UI);

2.3 . UNIDADES DE INFORMAÇÃO DO PROTOCOLO LAPD

2.3.1 . ESTRUTURA DE UM QUADRO LAPD

Os quadros utilizados para o desempenho de todas essas funções mostradas anteriormente possuem um formato geral que é mostrado na figura 3.

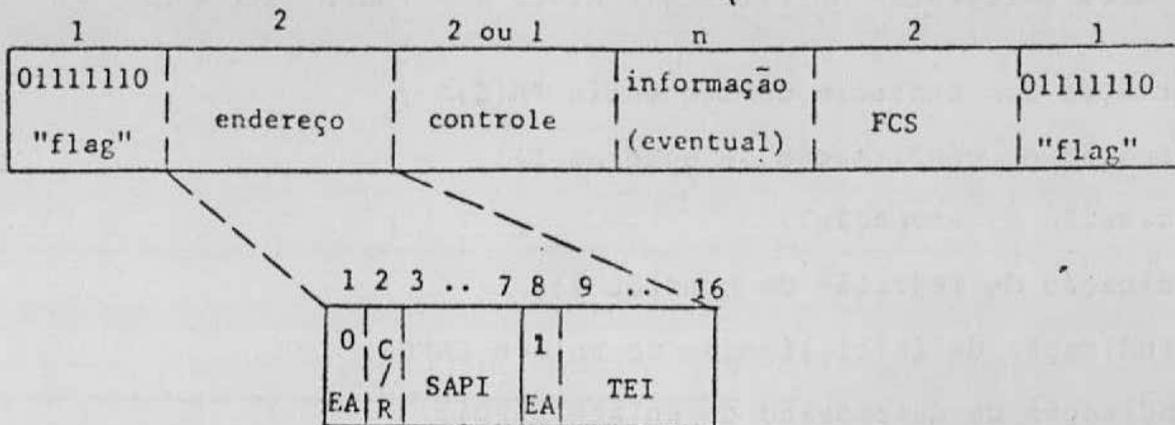


Figura 3 : Formato geral de um quadro LAPD.

Os flags são utilizados para delimitar o início e o final de um quadro.

O campo de endereço utiliza dois octetos que carregam a informação de identificação do equipamento terminal (TEI) que irá receber o quadro e a identificação do ponto de acesso do serviço (SAPI) oferecido pela rede. O TEI pode ser designado pela rede ou inicializado pelo assinante. O Protocolo LAPD permite à rede operações sobre o TEI, por exemplo, assinalamento, verificação, remoção, etc. Tanto TEI como o SAPI são considerados subcampos do campo de endereço, pois consistem na identificação específica de uma conexão de enlace - Nível 2 - LAPD [4].

O campo de controle poderá utilizar um ou dois octetos dependendo do tipo de quadro que aí será identificado. Contém, quando necessário, os números de seqüência de transmissão "N(S)" e de recepção "N(R)" e também o bit P/F indicador de solicitação de comando ou resposta ("polling").

O campo de informação é utilizado pelos quadros de informação e pelos quadros XID, UI (para enviar dados) e FRMR (para rejeição de quadros não recuperáveis pela retransmissão).

O campo FCS é utilizado como seqüência de verificação de quadro; contém um código polinomial que é colocado na transmissão e conferido na recepção, sendo possível detectar erros ocorridos devido ao meio físico de transmissão [2].

2.3.2 . TIPOS DE QUADROS

Os quadros existentes no Protocolo Nível 2 - LAPD são os seguintes:

- I (Informação com controle de seqüência "N(S)");
- RR (Indicação de confirmação de quadros I);
- RNR (Indicação de ocupação);
- REJ (Indicação de rejeição de quadros I);
- SABME (Indicação de inicialização do enlace LAPD);
- DISC (Indicação de desconexão do enlace LAPD);
- UA (Confirmação de recepção de comando SABME ou DISC);
- FRMR (Indicação de condição de erro não recuperável por retransmissão);
- UI (Indicação de informação não numerada e sem confirmação);
- XID (Indicação de informações de identificação a serem trocadas entre as entidades);
- DM (Indicação de enlace desconectado); [3]

Na figura 4 ilustra-se a utilização de cada um destes quadros.

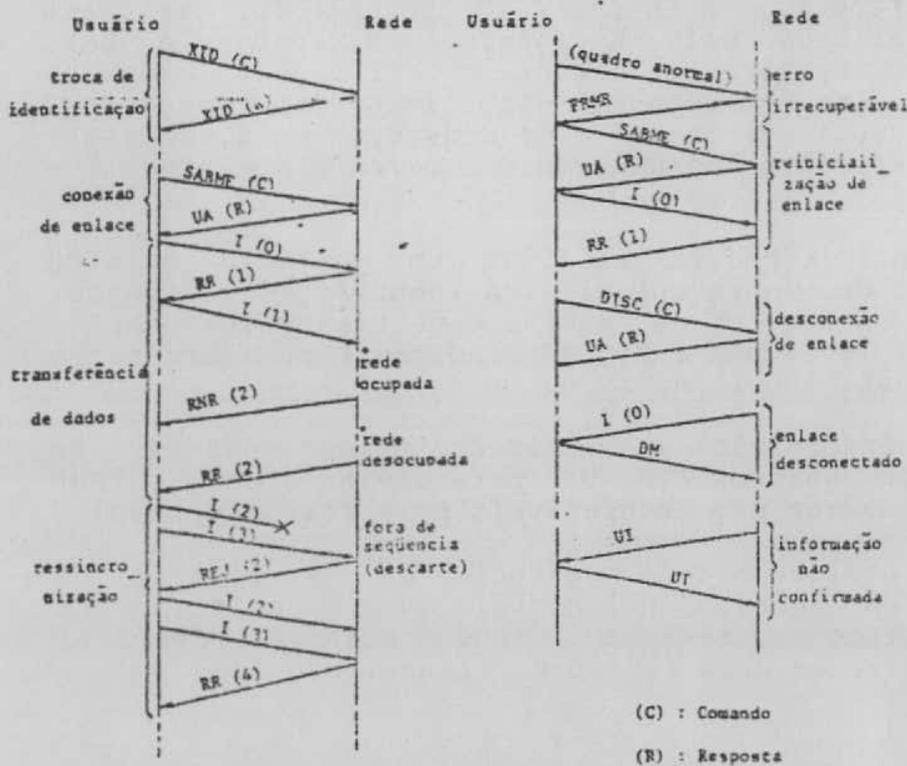


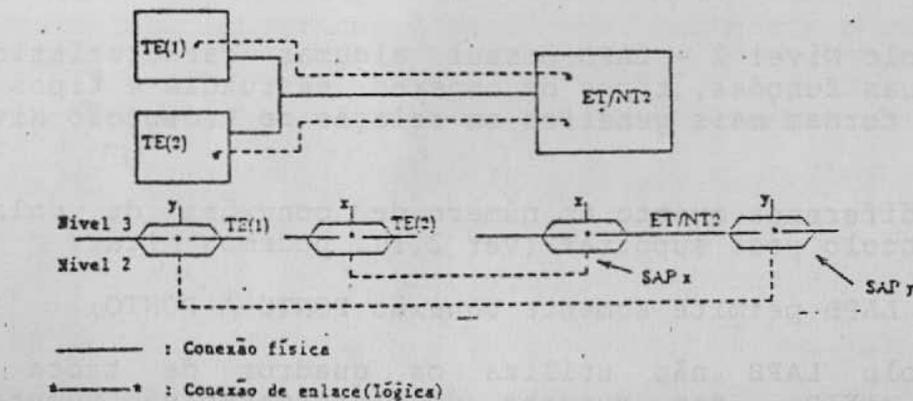
Figura 4 : Exemplos de utilização dos quadros LAPD.

2.4 . TIPOS DE CONEXÕES DE ENLACE DE DADOS

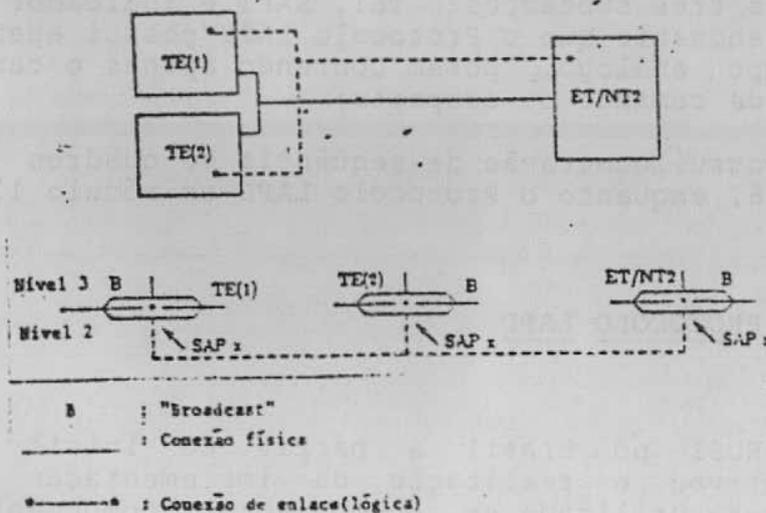
O Protocolo LAPD devido às suas características de múltiplas combinações de conexão de enlace, possui dois modos de transferência de informação: Modo de Conexão PONTO-A-PONTO e Modo de Conexão MULTIPONTO.

No Modo de Conexão PONTO-A-PONTO a conexão é estabelecida entre um terminal no lado do usuário e a rede, enquanto que no modo MULTIPONTO a conexão é estabelecida entre vários terminais de usuário e a rede (difusão de mensagens) [5].

A figura 5 mostra estes dois modos de conexão.



(a) : Conexão de Enlace Ponto-a-Ponto



(b) : Conexão de Enlace Multiponto

Figura 5 : Tipos de Conexões de Enlace.

O modo de conexão PONTO-A-PONTO permite o serviço de transferência de informação de duas formas, com ou sem reconhecimento de quadros de informação. No primeiro caso as informações são transferidas utilizando-se quadros I com controle de fluxo e confirmação pelo Nível 2. No segundo caso (sem reconhecimento) são utilizados quadros UI que não são confirmados pelo Nível 2.

No Modo de Conexão MULTIPONTO somente existe a transferência de informação sem reconhecimento, pois a entidade de enlaces está sempre no estado de transferência de informação, não ocorrendo a fase de conexão.

2.5 . COMPARAÇÃO ENTRE OS PROTOCOLOS DE NÍVEL 2: LAPB e LAPD

O Protocolo Nível 2 - LAPD possui algumas características quanto as suas funções, tipos de conexão, estrutura e tipos de quadros que o tornam mais genérico em relação ao Protocolo Nível 2 - LAPB.

Além da diferença quanto ao número de conexões de enlace que cada Protocolo pode suportar (ver 2.1), podemos citar:

- O Protocolo LAPB permite somente conexão PONTO-A-PONTO;
- O Protocolo LAPB não utiliza os quadros de troca de identificação (XID), nem quadros de informação não numerada (UI), ocorrendo somente transferência de informação com conexão de enlace (quadros I);
- O Protocolo LAPD possui campo de endereço com dois octetos para identificação de três subcampos: TEI, SAPI e indicador de comando ou resposta, enquanto que o Protocolo LAPB possui apenas um octeto para campo análogo, porém contendo apenas o campo relativo à indicação de comando ou resposta;
- O Protocolo LAPB possui numeração de seqüência de quadros de informação em módulo 8, enquanto o Protocolo LAPD em módulo 128;

3. IMPLEMENTAÇÃO DO PROTOCOLO LAPD

A introdução da RDSI no Brasil a partir do início da próxima década motivou a realização da implementação do Protocolo LAPD, que será utilizada em equipamentos componentes da rede.

As semelhanças existentes entre o Protocolo LAPD e o Protocolo LAPB (ver item 2.5), implementado para o Sistema COMPAC (CPqD - Telebrás) permitiu que a implementação do primeiro fosse feita com base na estrutura COMPAC disponível. Foi utilizado o mesmo Hardware, Software Básico e algumas Funções Modulares existentes no LAPB, tais como as relacionadas com a comunicação com o Sistema de Gerenciamento e controle da interface com as linhas.

O Protocolo LAPD foi implementado como um único Processo de Nível 2 (PLAPD), referindo-se ao lado usuário. A linguagem utilizada foi o MODULA-2 e o Modo de Conexão PONTO-A-PONTO está sendo implementado em primeira instância, deixando o Modo de Conexão MULTIPONTO para posterior implementação.

O Processo PLAPD é responsável por diversas funções tais como:

- Estabelecimento e manutenção das conexões de enlace;
- Supervisão de recursos disponíveis para comunicação, transmissão, e recepção de quadros na interface com o Processo Nível 1 (PL1);
- Recepção e envio de pacotes na interface com o Processo Nível 3 (PL3);
- Controle do Fluxo dos quadros de informação numerados (quadros I);
- Troca de mensagens com o Processo responsável pelo Sistema de Gerenciamento (PG) do Equipamento;

Os Processos de Nível 3 (PL3) e Nível 1 (PL1) e o Sistema de Gerenciamento (PG) foram simulados através de Processos consumidores e produtores. As interfaces entre esses Processos são mostradas na figura 6.

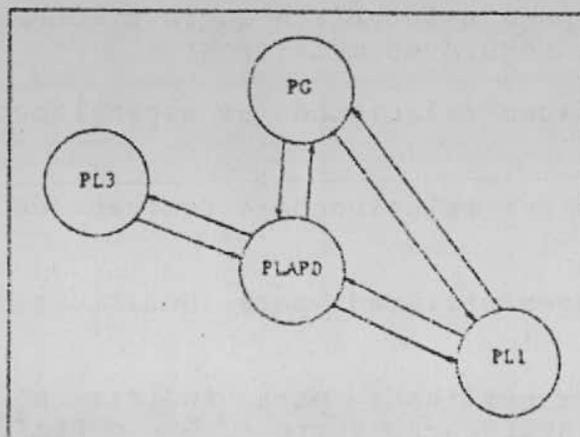


Figura 6 : Interfaces do Processo que implementa o LAPD.

3.1 . INTERFACES ENTRE OS PROCESSOS

São definidas [3] as quatro interfaces entre os processos mostrados na figura 6:

INTERFACE DL:

DL é a designação dada para a interface entre o PLAPD E O PL3. Nessa Interface atuam as seguintes mensagens:

- a) DL-ESTABLISH: mensagem utilizada para enviar ou confirmar a inicialização dos procedimentos para estabelecimento de uma conexão de enlace;
- b) DL-RELEASE: mensagem utilizada para requisitar, enviar ou confirmar a inicialização dos procedimentos para desconexão de enlace, ou ainda informar um fracasso numa tentativa de estabelecimento de uma conexão;
- c) DL-DATA: mensagem utilizada para requisitar ou enviar pacotes de dados (transmissão e recepção através de quadros I) com confirmação feita pelo Nível 2;
- d) DL-UNIT-DATA: mensagem utilizada para requisitar ou enviar pacotes de dados sem confirmação (transmissão e recepção de quadros UI);

INTERFACE MDL:

MDL é a designação dada para a interface entre o PLAPD e o PG. Nessa interface atuam as seguintes mensagens:

- a) MDL-ASSIGN: mensagem relacionada ao assinalamento de um TEI;
- b) MDL-REMOVE: mensagem relacionada à remoção de um dado valor de TEI;
- c) MDL-ERROR: mensagem utilizada para notificar ao PG a ocorrência de erros;
- d) MDL-XID: mensagem utilizada para indicar a troca de parâmetros de identificação entre o PG e o PLAPD.

INTERFACE PH:

PH é designação dada para a interface entre o PLAPD e o PL. Nessa interface atuam as seguintes mensagens:

- a) PH-DATA: mensagem utilizada para notificar a transmissão e recepção de quadros de Nível 2 (ver item 2.3.2);
- b) PH-ACTIVATE: mensagem utilizada para requisitar a ativação do Nível Físico ou indicar ao PLAPD que o Nível Físico está ativado;
- c) PH-DEACTIVATE: mensagem utilizada para indicar que a conexão com o Nível Físico foi desativada;

INTERFACE MPH:

MPH é a designação dada para a interface entre o PG e o PL1. Nessa Interface atuam as seguintes mensagens:

- a) MPH-ACTIVATE: mensagem utilizada para indicar ao PG que o Nível Físico está desativado;
- b) MPH-DEACTIVATE: mensagem utilizada para requisitar que a desativação da conexão física seja efetivada, ou informar ao PG que a conexão com o Nível Físico está desativada;
- c) MPH-INFORMATION: mensagem utilizada pelo PG do equipamento usuário para verificação do estado da conexão (ativado, desativado, etc) [3];

3.2 . ESTRUTURA DE DADOS DO PROCESSO LAPD

A estrutura de dados utilizada basicamente é a seguinte:

- Tabela contendo valores dos SAPI(s) (serviços) disponíveis para a conexão de enlace Nível 2. Cada equipamento terminal terá acesso a serviços oferecidos pela rede, serviços esses compatíveis com a especificação técnica do mesmo;
- Fila de transmissão de quadros de informação com controle de seqüência "N(S)" (I), vindos da camada 3 a serem transmitidos pelo nível físico e vice-versa;
- Fila de transmissão de quadros de informação sem controle de seqüência (UI);

3.3 . AMBIENTE DE TESTE DO PROCESSO LAPD

O ambiente em que o Processo LAPD foi testado é o de uma estação do nó de Comutação de Pacotes do Sistema COMPAC (CPqD - Telebrás) com sistema operacional dedicado.

Numa Placa Processadora (PB) residem os Processos Simuladores de Nível 3 (PL3) e Simulador do Sistema de Gerenciamento (PG) do equipamento do usuário. Essa placa está ligada a um terminal de vídeo e uma unidade de "floppy".

Numa Placa de Linha (LB) residem os Processos LAPD (PLAPD) e o Processo Simulador do Nível 1 (PL1) que utiliza mensagens do sistema operacional para comunicação com as linhas físicas. Opcionalmente, pode-se utilizar ligação da LB com um terminal de vídeo e impressora funcionando em "hardcopy".

A figura 7 ilustra o esquema da estação de teste.

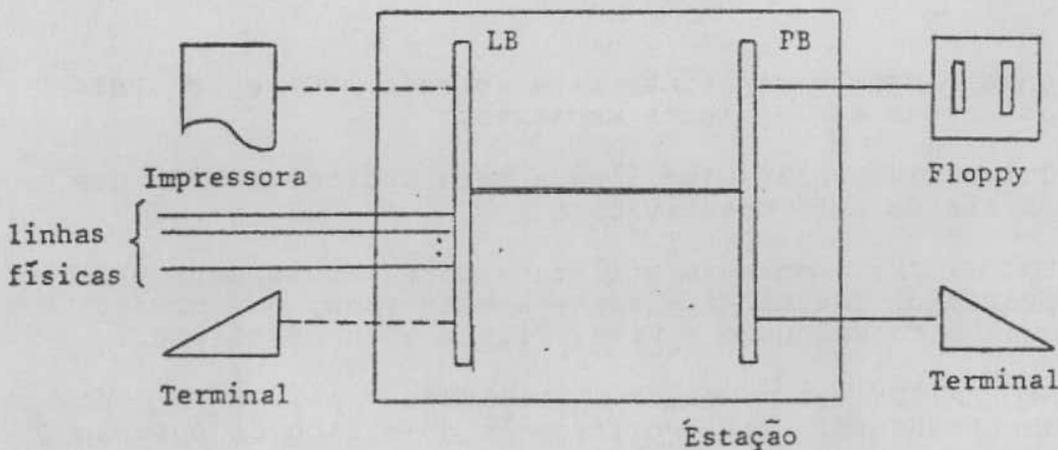


Figura 7 : Estação de testes para o Protocolo LAPD.

4. CONCLUSÃO

A implementação do Protocolo LAPD está permitindo uma maior familiarização com conceitos da Rede Digital de Serviços Integrados, especificamente o Canal D, mostrando suas aplicações e diferenças em relação ao Canal B.

Podemos considerar que este trabalho é uma etapa inicial de considerável importância para futuros trabalhos de estudo e desenvolvimento de equipamentos de uma RDSI.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a todos aqueles que direta ou indiretamente participaram da implementação desse Protocolo, colaborando assim para a obtenção e progressão desse conhecimento: José Roberto Emiliano Leite, Rosana Jamal Francisco dos Santos e Fernando Campos de Arruda Jr..

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] AT-T - Technical Journal - Integrating Service Digital Network - January/February 1986 - volume 65 - issue 1.

[2] Emiliano, Jose Roberto Leite- "Comparação e Experiência de Implementaçãod de três Protocolos de Enlaces Síncronos" 4º - SBT - 03/09/86

[3] Rec. I.441 - Especificação detalhada - CCITT ("ISDN - user - network interfaced data link layer specification") - CCITT - ("Red Book"), 1984

[4] Kano, Sadahiko - "Layer 2 and 3 ISDN Recommendations", IEEE Journal on Select areas in communications, vol.sac-4, nº 3, may 1986

[5]Rec. I.440 - Aspectos gerais - ("ISDN user - network interface data link - general aspects") - CCITT ("Red Book"), 1984.