

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

FACULDADE DE ENGENHARIA DE CAMPINAS

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

PROJETO E IMPLEMENTAÇÃO DE UMA

ESTAÇÃO DE TRANSPORTE DE DADOS

004/85

TESE DE MESTRADO

AUTOR : José Roberto Emiliano Leite

ORIENTADOR : Prof.Dr. Mário Jino

*Este exemplar corresponde à redação final da
tese defendida por José Roberto Emiliano Leite e
aprovada pela comissão julgadora em 22/02/85.*

Mário Jino

Fevereiro de 1985

Dedico este trabalho à minha esposa,
pelo incentivo, apoio e compreensão
dedicados durante o desenvolvimento
deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

Ao professor Mario Jino pela orientação.

Ao coordenador do Programa de Comunicação de Dados do CPqD, Antonio Salles Campos Filho e ao coordenador do Projeto Compac do CPqD, Roberto Gadelha Pinheiro, por todo incentivo e apoio dado ao trabalho.

A analista de sistemas Akiko Hayashi por toda colaboração e participação neste trabalho.

Aos analistas de sistemas Antonio Barbosa, Elaine Cristine Gouvêa e Walter Wataru Ishibashi pela colaboração prestada durante os testes do software aplicativo.

Aos analistas de sistemas e engenheiros Akiko Hayashi, Antonio Barbosa, Armando Alves Pereira Junior, José Ricardo Portillo Navas e Walter Wataru Ishibashi pela revisão técnica feita neste documento.

A equipe de documentação do Projeto Compac, formada por Maria da Glória Palmeira França, Maria Cristina Teixeira de Carvalho Sbrocco, Marcia Mengardo, Marta Maria Detogni, José Barone da Costa, Leila Mattiaso Figueiredo e José dos Reis Amaral, pela dedicação na edição deste trabalho.

Aos engenheiros, analistas, estagiários e funcionários do grupo de Comunicação de Dados do CPqD por todo incentivo dado.

RESUMO

O objetivo principal deste trabalho é o desenvolvimento de software do Protocolo de Transporte para a Interconexão de Sistemas Abertos. Para isso, projetou-se e implementou-se a Estação de Transporte de Dados; aproveitaram-se um Hardware e um Sistema Operacional já existente em funcionamento.

A Estação de Transporte de Dados (ETR) desenvolvida permite o acesso de terminais e computadores às redes de comutação de pacotes; executa os Protocolos de Acesso à Rede e o Protocolo de Transporte Fim-a-Fim entre sistemas, melhorando assim a qualidade da comunicação. É uma implementação pioneira das Recomendações X.213, X.214 e X.224 do CCITT para a Interconexão de Sistemas Abertos; o trabalho oferece uma ilustração completa do projeto de um equipamento que executa o Protocolo de Transporte.

Inicialmente, apresentam-se uma descrição resumida da Arquitetura em Camadas do Modelo de Referência da ISO/CCITT bem como descrições sumárias do Serviço de Transporte, do Serviço de Rede e do Protocolo de Transporte.

As três camadas que constituem a ETR são descritas : o Hardware está baseado no microprocessador Intel 8085A; o Software Básico (Sistema Operacional) executa funções básicas de gerenciamento de processos, recursos e entrada/saída; e o Software Aplicativo compreende o conjunto de processos concorrentes da ETR.

O Processo de Transporte, parte do Software Aplicativo da ETR que implementa as funções do Protocolo de Transporte, é descrito detalhadamente : funções, composição modular, estruturas de dados, estados, temporizações, variáveis e interfaces com outros processos.

Í N D I C E

	<u>Pag</u>
1. INTRODUÇÃO	2
1.1. Resumo Histórico	2
1.2. Objetivos e Desenvolvimento do Trabalho	5
1.3. Organização do Trabalho	7
2. O MODELO DE REFERÊNCIA DA ISO/CCITT PARA A INTERCONEXÃO DE SISTEMAS ABERTOS	10
2.1. Os Elementos Básicos do Modelo OSI	11
2.2. Arquitetura em Camadas do Modelo OSI	13
2.3. Unidades de Dados do Modelo OSI	17
2.4. Arquitetura do Modelo de Referência OSI	19
2.4.1. A Camada de Aplicação	20
2.4.2. A Camada de Apresentação	22
2.4.3. A Camada de Sessão	23
2.4.4. A Camada de Transporte	24
2.4.5. A Camada de Rede	26
2.4.6. A Camada de Enlace	28
2.4.7. A Camada Física	30
2.5. O Conjunto de Camadas do Modelo OSI	32
3. OS SERVIÇOS DE TRANSPORTE E DE REDE	35
3.1. O Serviço de Transporte	36
3.1.1. Primitivas do Serviço de Transporte	36
3.1.2. Diagrama de Estados do Serviço de Transporte	43
3.2. O Serviço de Rede	45
3.2.1. Primitivas do Serviço de Rede	45
3.2.2. Diagrama de Estados do Serviço de Rede	54

Í N D I C E (Continuação)

	<u>Pag</u>
4. O PROTOCOLO DE TRANSPORTE	57
4.1. Funções da Camada de Transporte	60
4.1.1. Funções Utilizadas em todas as Fases da Conexão de Transporte	60
4.1.2. Funções da Fase de Estabelecimento da Conexão de Transporte	61
4.1.3. Funções da Fase de Transferência de Dados	61
4.1.4. Funções da Fase de Liberação da Conexão de Transporte	62
4.2. Classes e Opções	62
4.3. Procedimentos do Protocolo de Transporte	65
4.4. Descrição das Classes de Protocolo de Transporte	73
4.4.1. Descrição da Classe 0 : Classe Simples	73
4.4.2. Descrição da Classe 1 : Classe Básica com Reestabelecimento após falha	74
4.4.3. Descrição da Classe 2 : Classe com Multiplexação .	75
4.4.4. Descrição da Classe 3 : Classe com Reestabelecimento após falha e Multiplexação	76
4.4.5. Descrição da Classe 4 : Classe com Detecção de Erros e Reestabelecimento após falha	77
4.4.6. Distribuição dos Procedimentos de Transporte nas Classes de Protocolo	78
4.5. Formato dos Blocos de Transporte (UDPT)	80
4.5.1. Parâmetros da Parte Variável dos Blocos de Transporte	82
4.5.2. Estrutura dos Blocos de Transporte	84

I N D I C E (Continuação)

	Pag
5. A ESTAÇÃO DE TRANSPORTE DE DADOS (ETR)	95
5.1. Descrição da ETR	95
5.2. O Hardware da ETR	100
5.3. O Software Básico da ETR	102
5.4. O Software Aplicativo da ETR	105
5.4.1. Diagrama de Estados das Interfaces Assíncronas	108
5.4.2. Arquitetura do Software Aplicativo	110
5.4.2.1. O Processo PDR	112
5.4.2.2. O Processo PSE	113
5.4.2.3. O Processo PTR	114
5.4.2.4. O Processo PRD	116
5.4.2.5. O Processo PEN	117
5.4.3. Exemplo de Funcionamento do Software Aplicativo da ETR	118
6. O PROCESSO DE TRANSPORTE (PTR)	129
6.1. Funções do Processo PTR	130
6.2. Composição Modular do Processo PTR	130
6.3. Estruturas de Dados do Processo PTR	136
6.4. Estados do Processo PTR	143
6.4.1. Estados das Conexões de Transporte	143
6.4.2. Estados das Conexões de Rede	147
6.5. Temporizações do Processo PTR	149
6.6. Variáveis do Processo PTR	151
6.7. Interfaces do Processo PTR	154
6.8. Descrição Resumida da Lógica do Processo PTR	161

I N D I C E (Continuação)

	<u>Pag</u>
7. TESTES NA ETR	166
7.1. Tipos de Testes	166
7.2. Testes Individuais do Processo PTR	167
7.2.1. Testes Individuais em Classe 0	170
7.2.2. Testes Individuais em Classe 1	171
7.2.3. Testes Individuais em Classe 2	172
7.2.4. Testes Individuais em Classe 3	173
7.2.5. Testes Individuais Gerais a todas as classes	175
7.3. Testes de Integração da ETR	177
8. CONCLUSÕES	180
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	183
ANEXO 1 : COMANDOS E SINAIS DE AVISO DO PROTOCOLO ASSÍNCRONO	191
ANEXO 2 : MENSAGENS TROCADAS NAS INTERFACES DO PROCESSO PTR	197
A2.1. Mensagens da Interface PSE - PTR	197
A2.2. Mensagens da Interface PTR - PRD	199
ANEXO 3 : PARÂMETROS DO PROCESSO PTR	203
ANEXO 4 : PROCEDIMENTOS DO PROCESSO PTR	207
ANEXO 5 : DESCRIÇÃO DA LÓGICA DO PROCESSO PTR	213

LISTA DE FIGURASPag

Figura 2.1	: Etapas no desenvolvimento do Modelo de Referência OSI;	11
Figura 2.2	: Elementos Básicos do Modelo OSI;	12
Figura 2.3	: Divisão em camadas da Rede de Sistemas Abertos;	13
Figura 2.4	: Divisão de um Sistema em Subsistemas;	14
Figura 2.5	: Interação entre as entidades;	15
Figura 2.6	: Identificadores e Conexões entre Entidades;	16
Figura 2.7	: Elementos da Arquitetura em Camadas;	16
Figura 2.8	: Relação entre as Unidades de Dados;	17
Figura 2.9	: Operações sobre as Unidades de Dados;	18
Figura 2.10	: Arquitetura do Modelo de Referência OSI;	19
Figura 2.11	: Tipos de Associações de Conexões de Transporte em Conexões de Rede;	25
Figura 2.12	: Multiplexação de várias Conexões de Rede em uma Conexão de Enlace;	27
Figura 2.13	: Exemplo de Conexões Físicas;	31
Figura 2.14	: Exemplo de Interconexão de dois Sistemas Abertos.	33
Figura 3.1	: Modelo de Serviço e Tipos de Primitivas;	35
Figura 3.2	: O Serviço de Transporte;	36
Figura 3.3	: Fase de Estabelecimento da CT - Sequências Normais de Primitivas;	40
Figura 3.4	: Fase de Transferência de Dados - Sequências Normais de Primitivas;	40
Figura 3.5	: Fase de Liberação da CT - Sequências Normais de Primitivas;	41
Figura 3.6	: Diagrama de Transição de Estados em um dos pontos extremos de uma CT;	43
Figura 3.7	: O Serviço de Rede;	45
Figura 3.8	: Fase de Estabelecimento da CR - Sequências Normais de Primitivas;	51
Figura 3.9	: Fase de Transferência de Dados - Sequências Normais de Primitivas;	52
Figura 3.10	: Fase de Liberação da CR - Sequências Normais de Primitivas;	53
Figura 3.11	: Diagrama de Transição de Estados em um dos pontos extremos de uma CR.	54

 LISTA DE FIGURAS (Continuação)

	Pag
Figura 4.1 : Blocos de Transporte trocados nas diversas fases da CT;	59
Figura 4.2 : Estabelecimento de Conexão em Classe 4;	78
Figura 4.3 : Estrutura Geral das UDFTs;	81
Figura 4.4 : Estrutura de cada Parâmetro da Parte Variável do Bloco de Transporte;	82
Figura 4.5 : Formato do bloco TCR;	85
Figura 4.6 : Formato do bloco TCC;	86
Figura 4.7 : Formato do bloco TDR;	87
Figura 4.8 : Formato do bloco TDC;	87
Figura 4.9 : Formato dos blocos TDTs;	88
Figura 4.10 : Formato dos blocos TEDs;	89
Figura 4.11 : Formato dos blocos TAKs;	90
Figura 4.12 : Formato dos blocos TEAs;	91
Figura 4.13 : Formato dos blocos TRJs;	92
Figura 4.14 : Formato do bloco TER;	92
Figura 4.15 : Formato dos blocos TPIS.	93
Figura 5.1 : A Utilização da ETR;	96
Figura 5.2 : Acessos da Estação de Transporte de Dados;	97
Figura 5.3 : Funções desempenhadas pela ETR : Concentração e Conversão;	97
Figura 5.4 : Conversão Assíncrona/Síncrona X.25;	98
Figura 5.5 : Divisão Lógica da ETR em camadas;	99
Figura 5.6 : Estrutura de Hardware da ETR;	101
Figura 5.7 : Mecanismo de Troca de Mensagens entre Processos;	103
Figura 5.8 : Níveis de Tratamento no Protocolo Assíncrono;	106
Figura 5.9 : Diagrama de Estados das Interfaces Assíncronas da ETR;	108
Figura 5.10 : Arquitetura do Software Aplicativo da ETR;	110
Figura 5.11 : Exemplo de Funcionamento do Software Aplicativo da ETR;	118
Figura 5.12 : Fase de Ativação dos Acessos Síncronos e Assíncronos;	119
Figura 5.13 : Fase de Estabelecimento da Conexão de Transporte;	121
Figura 5.14 : Fase de Transferência de Dados;	123
Figura 5.15 : Recuperação de Falha na Fase de Transferência de Dados;	125
Figura 5.16 : Fase de Liberação da Conexão de Transporte.	127

<u>LISTA DE FIGURAS (Continuação)</u>		<u>Pag</u>
Figura 6.1	: Ligações entre as Tabelas;	137
Figura 6.2	: Estrutura das Filas de Armazenamento;	138
Figura 6.3	: Estrutura da Lista Ligada;	139
Figura 6.4	: Estados de uma Conexão de Transporte;	144
Figura 6.5	: Subestados de uma Conexão de Transporte;	146
Figura 6.6	: Estados de uma Conexão de Rede;	147
Figura 6.7	: Mudança de Contexto no PTR;	151
Figura 6.8	: Interfaces do PTR;	154
Figura 6.9	: Separação de Mensagem por Origem, dentro do Processo PTR;	161
Figura 6.10	: Separação de Mensagem por Tipo (Origem : Processo PSE);	162
Figura 6.11	: Separação de Mensagem por Tipo (Origem : Processo PRD);	163
Figura 6.12	: Separação de Mensagem por Tipo (Origem : Sistema Operacional).	164
Figura 7.1	: Processos utilizados nos Testes Individuais do Processo PTR;	167
Figura 7.2	: Processos utilizados nos Testes de Integração da ETR.	177

LISTA DE TABELASPag

Tabela 3.1	: Primitivas do Serviço de Transporte;	37
Tabela 3.2	: Sequências das Primitivas do ST num dos extremos de uma CT;	42
Tabela 3.3	: Primitivas do Serviço de Rede - Fase de Estabelecimento da CR;	46
Tabela 3.4	: Primitivas do Serviço de Rede - Fases de Transferência de Dados e Liberação da CR.	47
Tabela 4.1	: Distribuição dos Procedimentos de Transporte nas Classes de Protocolo;	79
Tabela 4.2	: Codificação da UDPTs.	80
Tabela 6.1	: Módulos do Processo PTR;	131
Tabela 6.2	: Campos de uma linha da Tabela de Conexões de Transporte;	140
Tabela 6.3	: Campos de uma linha da Tabela de Conexões de Rede;	142
Tabela 6.4	: Campos de uma linha da Tabela de Multiplexação;	142
Tabela 6.5	: Temporizadores das Conexões de Transporte;	150
Tabela 6.6	: Variáveis do Processo PTR;	153
Tabela 6.7	: Mensagens trocadas pelo Processo PTR.	159

GLOSSÁRIO

APLICAÇÃO	: conjunto de exigências de um usuário;
BLOCO DE TRANSPORTE	: Unidade de Dados do Protocolo de Transporte (UDPT ou TPDU);
CAMADA	: parte da arquitetura lógica da comunicação entre sistemas, composta de diversas entidades;
CCITT	: sigla do Comitê Consultivo Internacional Telegráfico e Telefônico;
CLASSE	: conjunto de funções de uma camada;
CONEXÃO	: ligação entre entidades de sistemas diferentes, que possibilita a troca de informações;
CORRESPONDENTES	: entidades pares pertencentes à mesma camada em sistemas diferentes, ligadas entre si através de uma conexão;
CR	: sigla da Conexão de Rede;
CT	: sigla da Conexão de Transporte;
CX.25	: sigla do Equipamento Conversor de Protocolo Assíncrono-Síncrono X.25, do CPqD-Telebrás;
ENTIDADE	: elemento ativo dentro de um sistema;
ETD	: sigla do Equipamento Terminal de Dados;
ETR	: sigla da Estação de Transporte de Dados;
FUNÇÃO	: parte das atividades das entidades de uma camada;

GLOSSÁRIO (Continuação)

ISO	: sigla da Organização Internacional de Padronização;
MODELO DE REFERÊNCIA OSI	: Modelo de Referência para a Interconexão de Sistemas Abertos, também chamado de Modelo OSI;
OPÇÃO	: função que pode ou não ser utilizada dentro de uma camada;
PAD	: sigla do Equipamento PAD (Packet Assembler-Disassembler);
PAS	: sigla do Ponto de Acesso ao Serviço, responsável pela identificação da interação entre entidades de camadas vizinhas;
PRIMITIVA	: representação abstrata de interação entre camadas;
PROCEDIMENTO	: tratamento dentro de um protocolo;
PROCESSO DE APLICAÇÃO	: elemento dentro de um sistema, que executa o processamento de informação para uma aplicação específica;
PROTOCOLO	: conjunto de regras e formatos que governam a comunicação entre entidades em diferentes sistemas;
PROTOCOLO ASSÍNCRONO	: protocolo executado numa interface assíncrona;
PROTOCOLO DE TRANSPORTE	: protocolo entre sistemas, responsável pela melhora da qualidade da comunicação;
PTD	: sigla do Processo de Transporte que executa o Protocolo de Transporte na Estação de Transporte de Dados;
REFERÊNCIA	: identificação de conexão;

GLOSSÁRIO (Continuação)

SERVIÇO	: conjunto de facilidades que as entidades de uma camada oferecem às entidades da camada superior, num mesmo sistema;
SISTEMA	: um ou mais computadores autônomos capazes de processar e transferir informações;
SISTEMA ABERTO	: sistema que segue os padrões do Modelo de Referência OSI na comunicação, podendo se comunicar com outros sistemas, independentemente de lugar, fabricante e tipo;
SO	: sigla do Sistema Operacional;
SR	: sigla do Serviço de Rede, oferecido pela Camada de Rede à Camada de Transporte;
ST	: sigla do Serviço de Transporte, oferecido pela Camada de Transporte à Camada de Sessão;
UDPT	: sigla da Unidade de Dados do Protocolo de Transporte, também chamada de TPDU ou Bloco de Transporte;
UDSR	: sigla da Unidade de Dados do Serviço de Rede, também chamada de RSDU;
UDST	: sigla da Unidade de Dados do Serviço de Transporte, também chamada de TSDU;
X.25	: sigla da recomendação do CCITT com o Protocolo de Acesso de ETDs às Redes Públicas de Comutação de Pacotes;

GLOSSÁRIO (Continuação)

- X.200 : sigla da recomendação do CCITT com o Modelo de Referência para a Interconexão de Sistemas Abertos (Modelo OSI);
- X.213 : sigla da recomendação do CCITT com o Serviço de Rede do Modelo OSI;
- X.214 : sigla da recomendação do CCITT com o Serviço de Transporte do Modelo OSI;
- X.224 : sigla da recomendação do CCITT com o Protocolo de Transporte do Modelo OSI.

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

Este capítulo mostra um resumo histórico da evolução da Comunicação de Dados nos últimos anos; mostra também os objetivos, o desenvolvimento e a organização deste trabalho.

1.1. Resumo Histórico

Nas últimas duas décadas ocorreu um grande avanço científico, tecnológico e industrial no desenvolvimento dos computadores. Devido a esse avanço tecnológico e à extensa distribuição geográfica de empresas e centros tecnológicos, iniciou-se, na década de sessenta, uma grande distribuição geográfica de equipamentos, informações e dados que resultou no desenvolvimento do Sistema de TELEPROCESSAMENTO; neste sistema, o computador centralizado é utilizado por diversos usuários distribuídos geograficamente, utilizando-se para isso as vias de comunicação [STIU81]. Essas vias de comunicação, por serem de uso exclusivo do usuário de teleprocessamento, implicam num custo relativamente alto.

Com o decorrer do tempo, o desenvolvimento tecnológico possibilitou que essas vias de comunicação pudessem ser compartilhadas por diversos usuários, iniciando-se assim, na década de setenta, a era das REDES DE COMPUTADORES. Uma Rede de Computadores possibilita a interligação de computadores e terminais entre si, oferecendo serviços a um custo menor devido ao compartilhamento dos recursos internos de comunicação.

Diversas técnicas de comutação foram utilizadas nas Redes de Computadores: Circuito, Mensagem e Pacote. Devido ao fato dos computadores e terminais trabalharem com troca de quantidades limitadas de informações, a técnica de Comutação de Pacotes mostrou-se a mais eficiente, sendo hoje em dia a mais utilizada nas redes de computadores existentes.

As Redes de Computadores possuem, além dos computadores e terminais dos usuários, um Sistema Interno de Interconexão "Inteligente"; esse sistema é composto de um conjunto de Concentradores, Nós de Comutação de Informação e Centros de Supervisão e Controle, interligados por vias de comunicação. Esse Sistema é dito "Inteligente" pois é responsável pela conversão de características físicas e elétricas, velocidades de transmissão, códigos utilizados nas informações, etc, melhorando bastante a qualidade do meio de transmissão.

Na década de setenta, diversas redes experimentais foram criadas : ARPANET nos Estados Unidos, CYCLADES na França, EIN na Europa, etc. Com o barateamento progressivo do custo de processamento em relação ao custo de transmissão, a tecnologia de comutação de pacotes tornou-se cada vez mais econômica para a transmissão de dados, atraindo os Órgãos Nacionais de Correios e Telégrafos (PTTs) em diversos países a oferecer esse tipo de serviço através das REDES PÚBLICAS DE PACOTES. Surgiram diversas Redes Públicas de Pacotes : EPSS na Inglaterra, TRANSPAC na França, TELENET nos Estados Unidos, DATAPAC no Canadá, RENPAC no Brasil, etc.

Com a evolução e o barateamento dos microprocessadores, um tipo particular de rede começou a se destacar nos últimos anos : A REDE LOCAL. Essa rede é composta de diversos processadores separados por distâncias relativamente curtas, conectados entre si através de um Sistema de Interconexão. Esse tipo de rede pode ser utilizado nos Sistemas Distribuídos que suportam diversos tipos de aplicações, tais como : Controle de Processos em Tempo Real, Automação de Escritório, Processamento Distribuído, etc. Uma rede local que se destacou bastante foi a ETHERNET da XEROX [DIGITAL80], devido ao seu ótimo desempenho para baixo tráfego de informações e à simplicidade do Sistema de Comunicação Interna.

Nos últimos anos, tornou-se necessário que usuários pertencentes a diferentes redes se comunicassem entre si, surgindo assim a Interconexão de Redes de Computadores através dos "GATEWAYS".

Ultimamente, suportados pelas Redes de Computadores, estão sendo criados serviços que utilizam o Sistema Interno de Interconexão da Rede apenas como um meio de comunicação, como por exemplo o Serviço Teletex.

A diversidade de equipamentos existentes e a complexidade inerente à troca de informações numa rede gerou a necessidade do estabelecimento de normas, também chamadas de protocolos, conjunto de regras e formatos usados na troca de informações, que devem ser seguidos por todos os usuários da rede, possibilitando assim a comunicação entre os mesmos. Junto com as redes experimentais foram surgindo diversos tipos de protocolos. Para que fosse possível a interconexão dessas diversas redes, tornou-se necessária uma padronização internacional. Duas grandes entidades internacionais trabalham decisivamente nessa padronização :

- ISO : International Standards Organization e
- CCITT : Comité Consultatif International Télégraphique et Téléphonique.

Existem diversos tipos de protocolos : Protocolo de Acesso à Rede, Protocolo Interno à Rede, Protocolo de Interconexão de Redes, Protocolo de Transporte de Informação entre Usuários (Fim-a-Fim) e os Protocolos de Alto Nível (Aplicações).

Os Protocolos de Acesso à Rede foram os primeiros a serem padronizados pelo CCITT, através da Recomendação X.25 [CCITT80b]. Posteriormente o CCITT padronizou os Protocolos de Interconexão de Redes , através da Recomendação X.75 [CCITT80c].

Não era de interesse dessas entidades internacionais, ISO e CCITT, padronizar os Protocolos Internos de Rede e , assim, nenhum protocolo foi gerado nesse sentido.

Em 1978, a ISO iniciou seus trabalhos para a Interconexão de Sistemas Abertos, isto é, a interconexão de sistemas independentemente de lugar, fabricante e tipo. Devido à complexidade dessa interconexão, a ISO dividiu o problema em várias camadas e criou o Modelo de Referência para a Interconexão de Sistemas Abertos [ISO83a].

O envolvimento crescente das Empresas Públicas de Telecomunicações em serviços oferecidos sobre as redes de comunicação de dados fez com que o CCITT também se preocupasse com a Interconexão de Sistemas Abertos, iniciando-se um trabalho em conjunto com a ISO; em 1983 o CCITT lançou também o seu Modelo de Referência através da Recomendação X.200 [CCITT83a], totalmente compatível com o Modelo da ISO.

O Modelo de Referência possui sete camadas, cada uma delas executando um conjunto de funções específicas, utilizando-se para isso os serviços oferecidos pela camada inferior. As três primeiras camadas se preocupam com os Protocolos de Acesso à Rede e de Interconexão de Redes; a quarta camada, Camada de Transporte, se preocupa com o Protocolo de Transporte de Informação entre Usuários. A quinta, sexta e sétima camadas se preocupam com os Protocolos de Alto Nível existentes em diversas aplicações.

1.2. Objetivos e Desenvolvimento do Trabalho

O objetivo principal deste trabalho é implementar diversas classes de Protocolo de Transporte padronizados na Camada de Transporte dos Modelos de Referência da ISO e do CCITT para a Interconexão de Sistemas Abertos.

Para cumprir esse objetivo, projetou-se e implementou-se a "Estação de Transporte de Dados" (ETR). Esse equipamento permite o acesso de computadores e terminais às Redes de Comutação de Pacotes; a ETR executa os quatros primeiros níveis de protocolo do Modelo de Referência; os três primeiros níveis foram implementados utilizando-se a Recomendação X.25 do CCITT [CCITT80b]; o quarto nível foi implementado utilizando-se a Recomendação X.224 do CCITT [CCITT82c]. Com a execução do protocolo de transporte, a ETR melhora ainda mais a qualidade da comunicação entre os usuários.

A ETR foi desenvolvida através de seis etapas : Estudo, Definição, Projeto Geral, Projeto Detalhado, Programação e Testes.

Inicialmente tentou-se coletar e estudar a literatura existente sobre o assunto "PROTOCOLO DE TRANSPORTE". Foram estudados vários trabalhos técnicos e científicos : [MENA82], [DAVI80], [TANE81], [STIU81], [CCITT82a], [CCITT82b], [CCITT82c], [CCITT80a], [KNIG82a], [KNIG82b], [STUD83] e [GRIZ80].

Na etapa de Definição foi estipulado o que seria a ETR e como esta seria implementada; inicialmente pensava-se em implementa-la num PDP 11/45, mas depois decidiu-se implementa-la num microprocessador 8085; tomou-se essa decisão porque notou-se que a tendência em Redes de Computadores é que esses protocolos de comunicação deixem de ser implementados nos computadores centrais ("HOST") e fiquem implementados em processadores dedicados à comunicação ("Front-ends"). Procurou-se um Hardware e um Sistema Operacional que servissem de suporte para a Estação de Transporte de Dados. Na Definição da ETR foram fixadas todas as funções que seriam desempenhadas pela estação e as classes de protocolo que ela deveria oferecer; definiu-se os Comandos e Sinais de Aviso do Protocolo Assíncrono.

Na etapa de Projeto Geral dividiu-se o Software Aplicativo da ETR em um conjunto de processos concorrentes; definiram-se quais as funções desempenhadas por cada processo e quais as mensagens trocadas entre os mesmos. Procurou-se aproveitar ao máximo processos já existentes em outros equipamentos; observou-se que alguns processos do equipamento Conversor de Protocolo X.25 (CX.25) do CPqD-Telebrás [EMIL84] poderiam ser utilizados, desde que fossem feitas pequenas alterações nos mesmos; o processo responsável pelas funções do Protocolo de Transporte teria que ser totalmente desenvolvido.

Na etapa de Projeto Detalhado foi desenvolvido em detalhes o Processo de Transporte, PTR, responsável pela implementação dos protocolos de transporte; não foi necessário o desenvolvimento detalhado dos outros processos pois eles foram aproveitados do equipamento CX.25. Foram especificados detalhadamente as estruturas de dados do Processo PTR. Foi feita uma descrição em alto nível da lógica do Processo PTR (Pré-programação); essa descrição foi feita de maneira "TOP-DOWN".

Na etapa de Programação, a descrição da lógica do Processo PTR foi transformada em programa, utilizando-se a linguagem PL/M-80.

Na etapa de Testes o Processo PTR foi testado, primeiro, isoladamente e, posteriormente, junto com os outros processos existentes.

1.3. Organização do Trabalho

Este trabalho está organizado em oito capítulos; os capítulos 2, 3 e 4 apresentam uma síntese da literatura existente, importante para o entendimento dos outros capítulos; os capítulos 5, 6 e 7 apresentam a parte criativa deste trabalho. Este trabalho apresenta uma descrição do Modelo de Referência para a Interconexão de Sistemas Abertos, O Protocolo de Transporte assim como os Serviços que a Camada de Transporte oferece e recebe das camadas vizinhas; apresenta também as características da Estação de Transporte de Dados e do Processo de Transporte, e como foram executados os testes sobre esse processo.

No Capítulo 2 apresenta-se o Modelo de Referência da ISO/CCITT para a Interconexão de Sistemas Abertos; mostra-se a arquitetura de sete camadas e suas respectivas funções.

No Capítulo 3 apresentam-se os Serviços de Transporte e de Rede; é através desses serviços que a Camada de Transporte se comunica com as camadas vizinhas.

No Capítulo 4 apresenta-se o Protocolo de Transporte em detalhe; mostram-se as funções do protocolo, os procedimentos utilizados no protocolo, as diversas classes de protocolo existentes e o formato dos blocos de transporte trocados no protocolo.

No Capítulo 5 apresenta-se a descrição da Estação de Transporte de Dados implementada; mostra-se como ela pode ser utilizada; mostram-se também o Hardware, o Software Básico e o Software Aplicativo que a compõem.

No Capítulo 6 apresenta-se o Processo de Transporte em detalhe; mostram-se as funções do processo, seus módulos, suas estruturas de dados, seus estados, suas temporizações, suas variáveis, suas interfaces e uma descrição resumida de sua lógica.

No Capítulo 7 apresentam-se os procedimentos de execução dos Testes da ETR; mostram-se os diversos testes individuais executados sobre o Processo PTR bem como os testes de integração.

No Capítulo 8 apresentam-se as conclusões deste trabalho; faz-se uma análise crítica do trabalho desenvolvido, perspectivas de utilização desse tipo de equipamento e sugestões para outros trabalhos de pesquisa.

Além dos oito capítulos, o trabalho contém um conjunto de cinco anexos. O Anexo 1 mostra os Comandos e Sinais de Aviso do Protocolo Assíncrono definido e utilizado nas portas assíncronas dos usuários. O Anexo 2 mostra os campos das mensagens trocadas nas Interfaces do Processo PTR. O Anexo 3 mostra o conjunto de Parâmetros existentes no Processo PTR. O Anexo 4 mostra o conjunto de Procedimentos existentes no Processo PTR. O Anexo 5 mostra a descrição detalhada da Lógica do Processo PTR.

CAPÍTULO 2

O MODELO DE REFERÊNCIA DA ISO/CCITT PARA A INTERCONEXÃO DE SISTEMAS ABERTOS

2. O MODELO DE REFERÊNCIA DA ISO/CCITT PARA A INTERCONEXÃO DE SISTEMAS ABERTOS

A partir da década de 70, as redes de computadores tornaram-se cada vez mais viáveis devido ao grande avanço tecnológico alcançado nas áreas de comunicações e processamento geral. Era necessário que se padronizasse rapidamente normas internacionais que garantissem o interfuncionamento dos equipamentos pertencentes às diversas redes já existentes [JARD81], [WOOD82] e [ZIMM83].

Em 1978, a ISO (International Standards Organization) começou seus trabalhos através do Subcomitê SC16 responsável pela Interconexão de Sistemas Abertos ("Open Systems Interconnection" : OSI). O termo "Aberto" foi escolhido para enfatizar que um sistema que segue os padrões OSI da ISO está "aberto" à comunicação com qualquer outro sistema que segue os mesmos padrões, independentemente de lugar, fabricante ou tipo do sistema. Em 1982 a ISO lançou o seu Modelo de Referência para a Interconexão de Sistemas Abertos, inicialmente através de um projeto de recomendação [ISO82]. Esse projeto de recomendação tornou-se uma recomendação internacional em 1983 [ISO83a].

O envolvimento crescente das Empresas Públicas de Telecomunicações em serviços oferecidos sobre as redes de comunicação de dados (por exemplo: teletex, videotexto, facsímile, correio eletrônico, etc) fez com que o CCITT (Comité Consultatif International Télégraphique et Téléphonique) também se preocupasse com a Interconexão de Sistemas Abertos. O CCITT começou a trabalhar em conjunto com a ISO e em 1983 lançou também o seu modelo de referência através do projeto de recomendação X.200 [CCITT83a].

O Modelo de Referência definido pelo CCITT é totalmente compatível com o Modelo de Referência da ISO. Neste documento, utiliza-se o termo "Modelo de Referência OSI" representando tanto o Modelo da ISO como do CCITT, sem distinção.

A primeira etapa no desenvolvimento do Modelo de Referência OSI foi a divisão do modelo em várias camadas para decompor um problema complexo em partes mais simples; gerou-se assim a arquitetura do modelo. A segunda etapa, foi a descrição detalhada dos serviços existentes entre as camadas. A terceira etapa, foi a descrição detalhada dos protocolos existentes dentro das camadas.

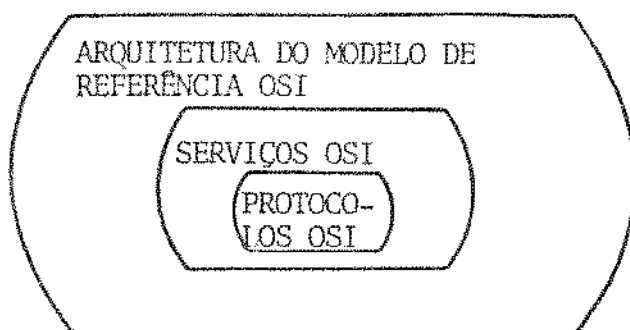


Figura 2.1 : Etapas no desenvolvimento do Modelo de Referência OSI.

A partir da arquitetura do modelo de referência foram desenvolvidos outros documentos que descrevem mais detalhadamente cada parte desse modelo; a ISO lançou as seguintes normas : |ISO83b|, |ISO83c|, |ISO84a|, |ISO84b| e |ISO84c|; o CCITT lançou as seguintes recomendações da série "X": |CCITT83b|, |CCITT83c|, |CCITT83d|, |CCITT83e|, |CCITT83f|, |CCITT83g|, |CCITT83h|, |CCITT84a| e |CCITT84b|. Deve-se observar que nem todos os serviços e protocolos do Modelo OSI estão totalmente padronizados; alguns estão ainda sendo estudados em conjunto pela ISO e CCITT.

2.1. Os Elementos Básicos do Modelo OSI

O Modelo de Referência OSI é uma descrição abstrata da comunicação entre Processos de Aplicação em sistemas distintos.

A seguir, definem-se os Elementos Básicos da arquitetura do Modelo de Referência OSI. Essas definições vão facilitar o entendimento da Descrição do Modelo que será apresentada posteriormente.

Sistema: um ou mais computadores autônomos com seu Software associado, periféricos, terminais, operadores, meios de comunicação, etc, capazes de processar e transferir informações.

Sistema Aberto: sistema que segue os padrões do Modelo OSI na comunicação com outros sistemas.

Processo de Aplicação: elemento dentro de um sistema, que executa o processamento de informação para uma aplicação específica. Esse processo pode ser computadorizado, manual ou físico. Os Processos de Aplicação são usuários do Modelo OSI.

Conexão: ligação entre processos de aplicação que possibilita a troca de informações entre os mesmos.

Meio Físico de Comunicação: meio físico de transporte da informação como, por exemplo: fios, barramentos, cabos coaxiais, fibras óticas, etc.

Sistema Abstrato: sistema com aspectos relacionados apenas com a Interconexão de Sistemas Abertos. No modelo de referência toda vez que se referencia a um Sistema subentende-se que é um Sistema Abstrato (Ver Fig. 2.2).

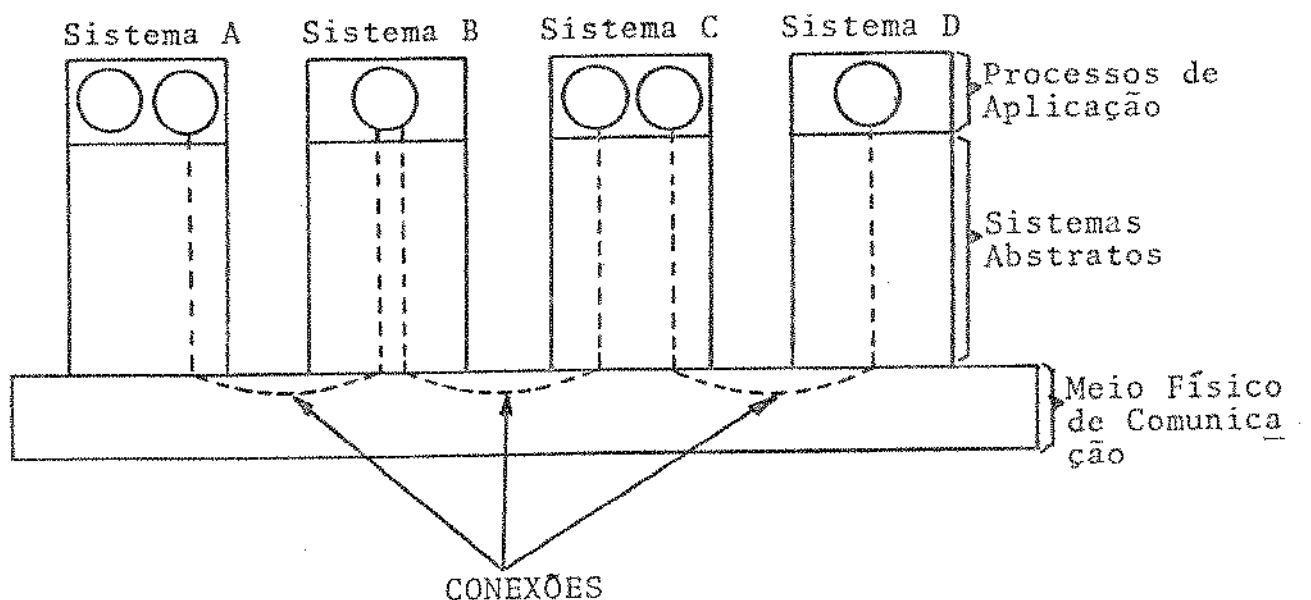


Figura 2.2 : Elementos Básicos do Modelo OSI.

2.2. Arquitetura em Camadas do Modelo OSI

A seguir, apresentam-se definições relacionadas com as camadas do Modelo de Referência OSI.

Divisão em Camadas: decomposição lógica da rede de sistemas abertos em subsistemas menores, menos complexos e independentes (Ver Fig. 2.3).

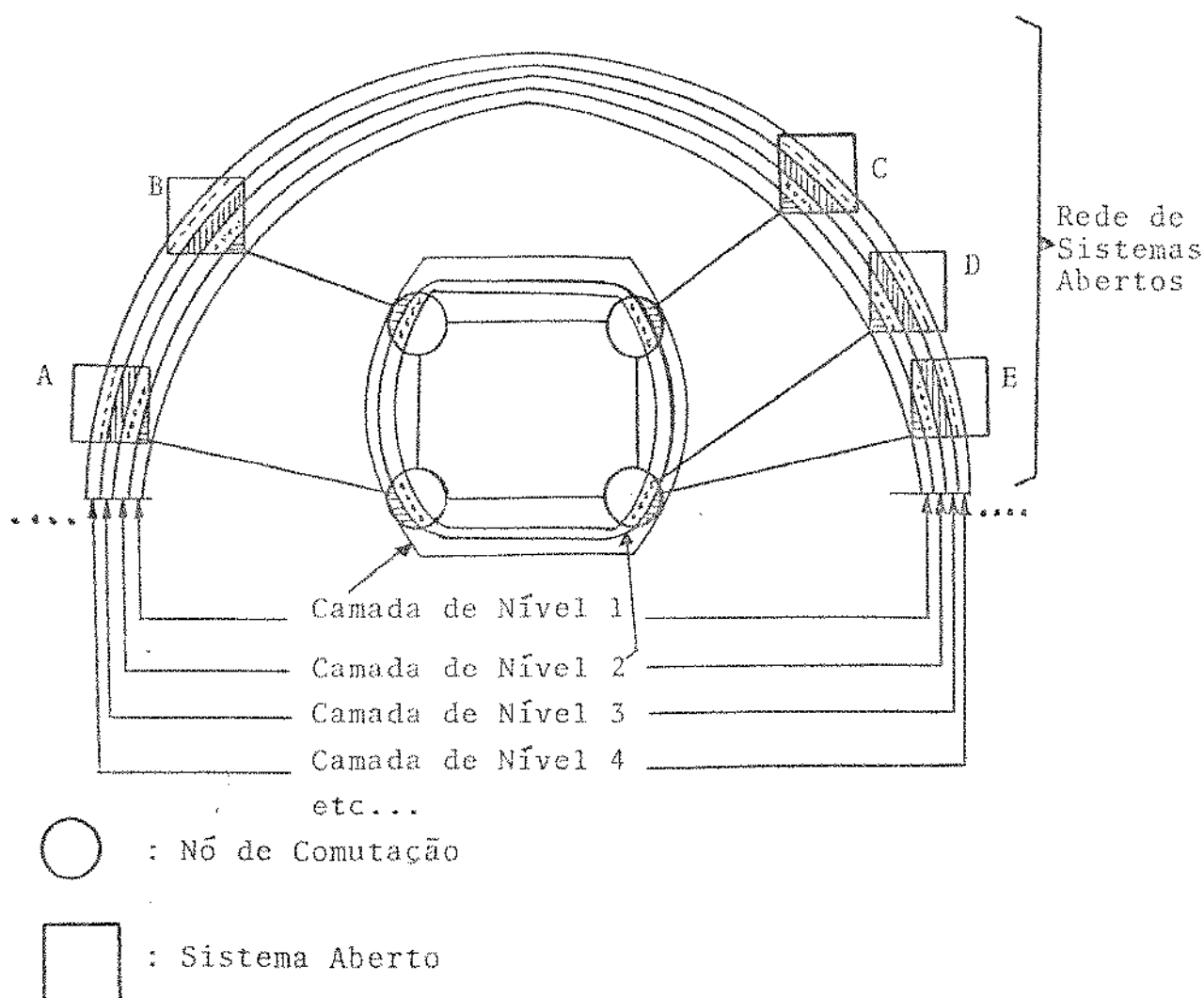


Figura 2.3 : Divisão em camadas da Rede de Sistemas Abertos.

Camada-(N): é o conjunto de subsistemas de um mesmo nível-(N), pertencentes à rede de Sistemas Abertos.

Subsistema: é o elemento da divisão hierárquica do sistema, que interage diretamente apenas com elementos da camada superior e inferior, num mesmo sistema (Ver Fig.2.4).

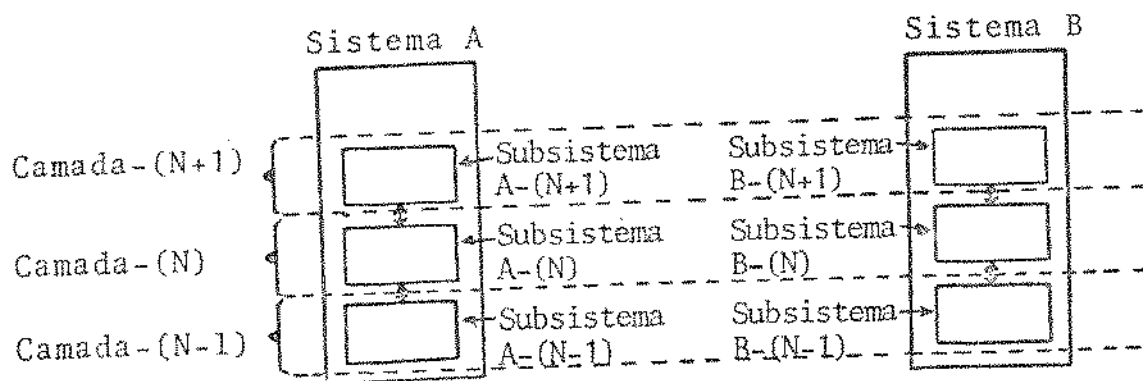


Figura 2.4 : Divisão de um Sistema em Subsistemas.

Entidade-(N): é o elemento ativo dentro do Subsistema-(N). Um Subsistema-(N) é formado por uma ou diversas entidades.

Serviço-(N): é o conjunto de facilidades da camada-(N) que é oferecido às entidades da camada-(N+1), utilizando-se os serviços da camada-(N-1). Em outras palavras, as entidades de nível-(N) acrescentam valores peculiares ao serviço-(N-1) que elas recebem da camada inferior e oferecem um serviço-(N) às entidades-(N+1) (Ver Fig. 2.5).

Ponto de Acesso ao Serviço-(N): é o ponto pelo qual os serviços-(N) são oferecidos pelas Entidades-(N) às Entidades-(N+1) (Ver Fig. 2.5).

Facilidade-(N): é uma parte do serviço-(N).

Função-(N): é uma parte das atividades das Entidades-(N), tais como: Controle de Fluxo, Controle de Sequência, Transferência de Dados Normais e Acelerados, etc.

Protocolo-(N): é um conjunto de regras e formatos que governam a comunicação entre Entidades-(N), em diferentes sistemas abertos, na execução das funções-(N) (Ver Fig. 2.5).

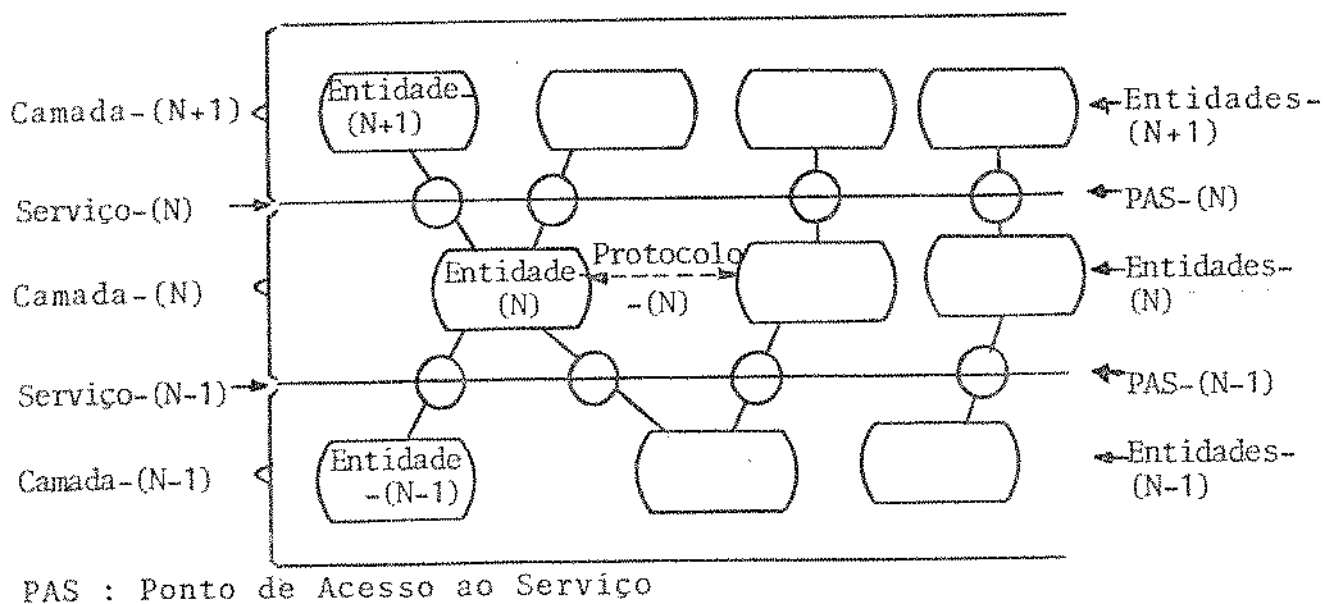


Figura 2.5 : Interação entre as entidades.

Subcamada-(N): É um conjunto de funções de uma Camada-(N), que podem ou não ser utilizadas. Pelo menos uma subcamada deve ser utilizada dentro de cada camada, isto é, uma camada não pode ficar sem ser utilizada.

Conexão-(N): É uma associação estabelecida pela camada-(N) entre duas ou mais entidades-(N+1) para a transferência de dados.

Identificadores: É o meio de identificação das entidades, dos Pontos de Acesso ao Serviço (PAS) e das Conexões. Cada Entidade-(N) é identificada com um "TÍTULO" global que é único em toda a Rede de Sistemas Abertos. Pode-se utilizar também um "TÍTULO" local, o qual é único naquele sistema. Cada PAS-(N) é identificado por um Endereço-(N) o qual é único na interface entre as Camadas-(N) e (N+1). Cada Conexão-(N) entre dois Pontos de Acesso ao Serviço-(N) possui um número de referência que é único naquele feixe de comunicações. Cada Ponto Final de uma Conexão é chamado Ponto Final de Conexão-(N) ou simplesmente PFC-(N) (Ver Fig. 2.6).

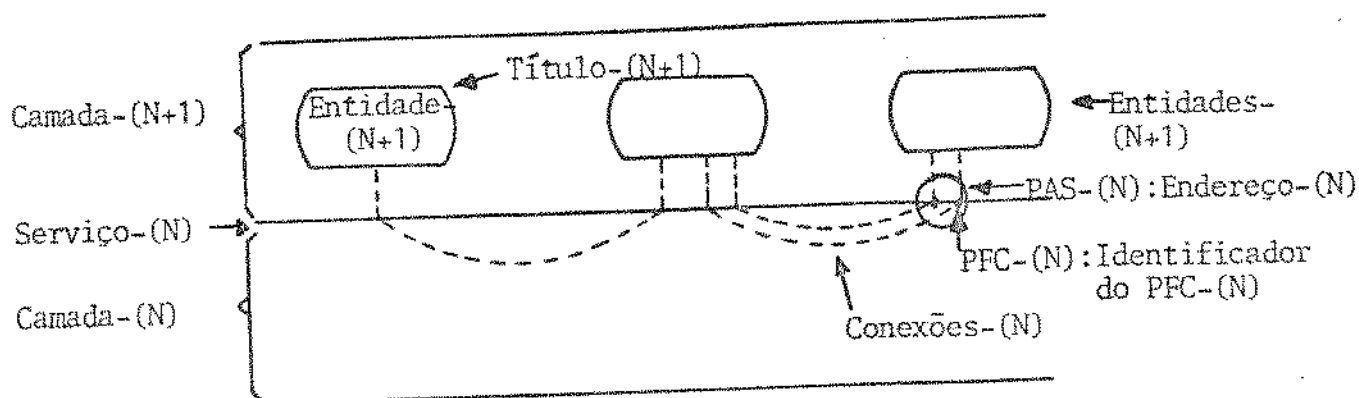


Figura 2.6 : Identificadores e Conexões entre Entidades.

Na figura 2.7 mostram-se todos os elementos envolvidos na Arquitetura de Camadas.

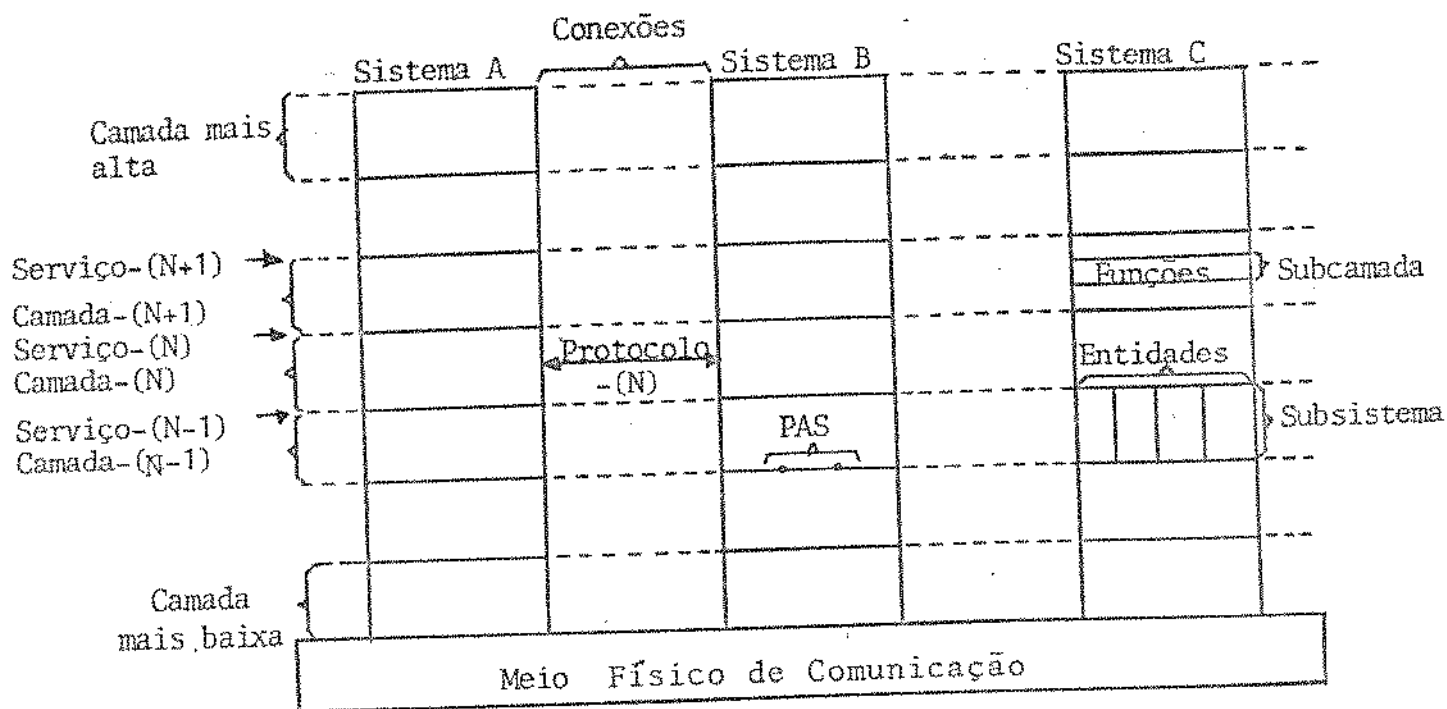


Figura 2.7 : Elementos da Arquitetura em Camadas.

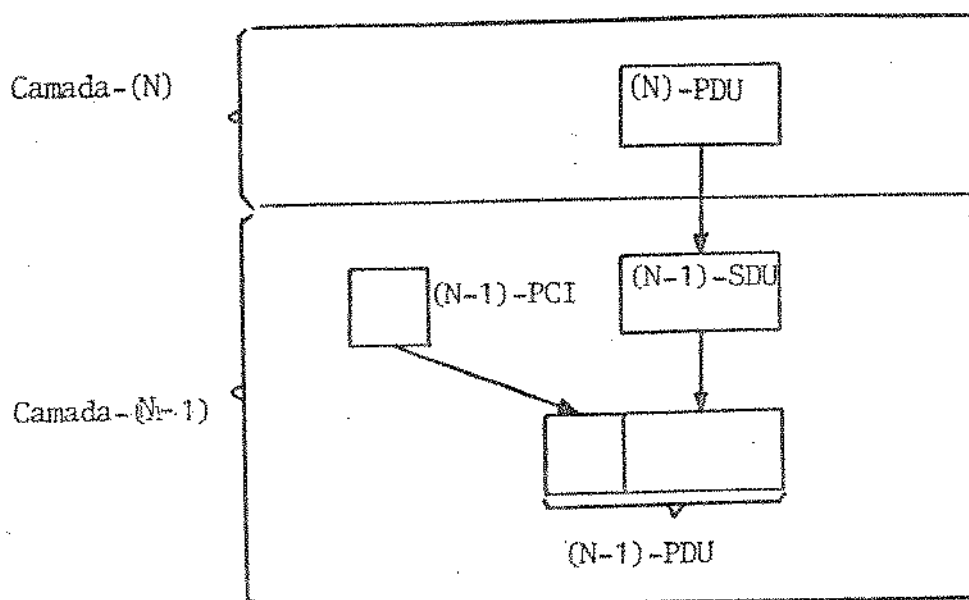
2.3. Unidades de Dados do Modelo OSI

Definem-se dois tipos de Unidades de Dados: a de Serviço-(N) e a de Protocolo-(N).

A Unidade de Dados de Serviço-(N), também chamada de N-SDU ou UDS-N, é aquela trocada entre entidades (N) e (N+1).

A Unidade de Dados de Protocolo-(N), também chamada de N-PDU ou UDP-N, é aquela trocada entre entidades-(N) numa mesma camada-(N). Esta unidade de dados transporta, além de Dados, Informação de Controle de Protocolo.

A figura 2.8 mostra a relação entre essas unidades de dados.



PDU : Unidade de Dados de Protocolo

SDU : Unidade de Dados de Serviço

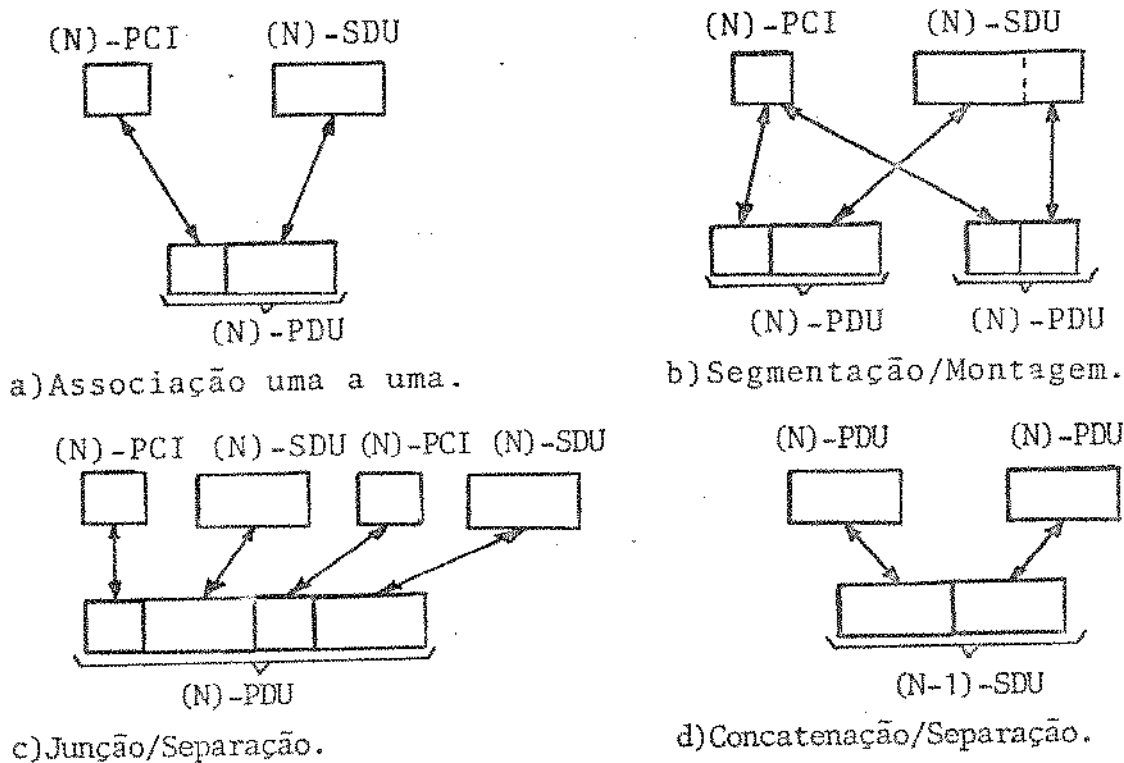
PCI : Informação de Controle de Protocolo(cabeçalho)

Figura 2.8 : Relação entre as Unidades de Dados.

As Unidades de Dados podem sofrer as seguintes operações:

- Associação uma a uma;
- Segmentação/Montagem;
- Junção/Separação;
- Concatenação/Separação.

A figura 2.9 mostra o que ocorre em cada uma dessas operações.



PDU : Unidade de Dados de Protocolo

SDU : Unidade de Dados de Serviço

PCI : Informação de Controle de Protocolo

Figura 2.9 : Operações sobre as Unidades de Dados.

Existem duas categorias de dados a serem transferidos: Dados Normais e Dados Acelerados. Os Dados Normais são aqueles que são transferidos normalmente em grandes quantidades e sofrem a ação de um controle de fluxo de dados normais. Os Dados Acelerados são pequenas quantidades de dados que são transferidos em situações especiais; esses dados são transferidos mais rapidamente porque sofrem a ação de um controle de fluxo independente do controle de fluxo dos dados normais.

2.4. Arquitetura do Modelo de Referência OSI

O Modelo de Referência OSI possui sete camadas independentes:

- a) Camada de Aplicação (Camada 7);
- b) Camada de Apresentação (Camada 6);
- c) Camada de Sessão (Camada 5);
- d) Camada de Transporte (Camada 4);
- e) Camada de Rede (Camada 3);
- f) Camada de Enlace (Camada 2);
- g) Camada Física (Camada 1).

Quando o meio físico não liga todos os sistemas diretamente é necessário que existam um ou vários sistemas intermediários que sirvam de trânsito (Ver Fig. 2.10).

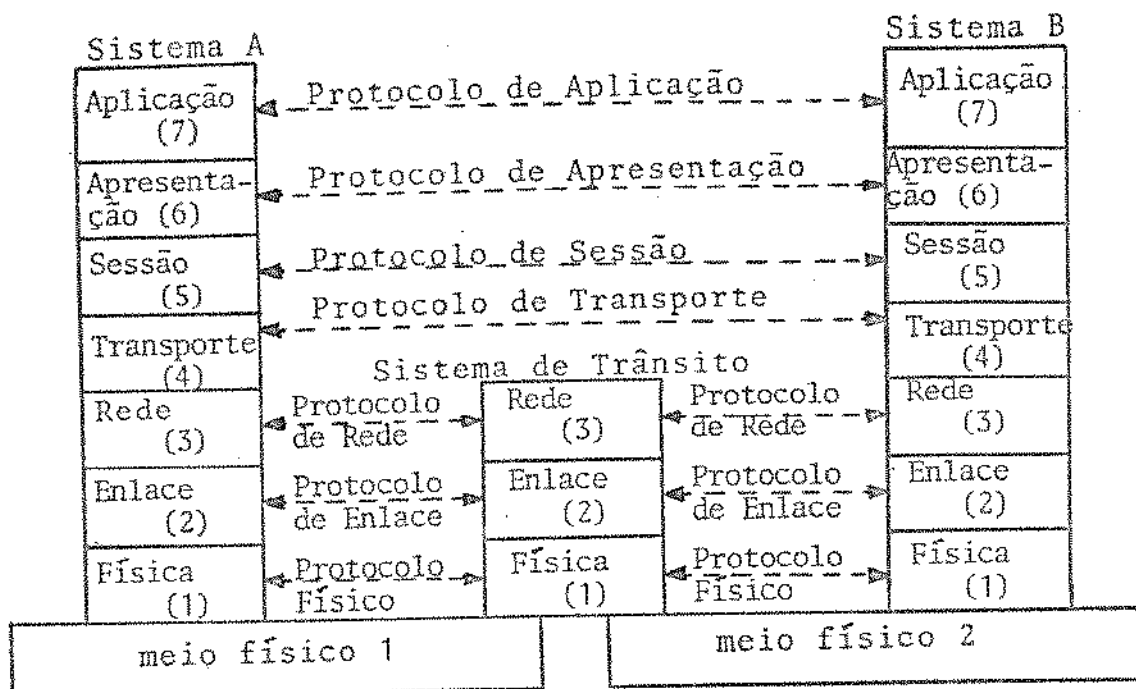


Figura 2.10 : Arquitetura do Modelo de Referência OSI.

A seguir, mostram-se para cada camada uma apresentação da mesma, os serviços oferecidos pela camada e as funções existentes dentro da camada.

2.4.1. A Camada de Aplicação

A Camada de Aplicação oferece aos Processos de Aplicação uma "janela" de comunicação para a troca de informações. É a camada mais alta do modelo, não oferecendo serviço a nenhuma outra camada. Estão sendo definidos três tipos de protocolos de aplicação de interesse geral: Arquivo Virtual, Terminal Virtual e Transferência de Tarefas.

A Camada de Aplicação preocupa-se com a Semântica das Informações Trocadas.

A Camada de Aplicação oferece os serviços necessários para os processos de aplicação, tais como:

- Transferência de informações;
- Identificação do processo de aplicação remoto, desejado para a comunicação;
- Estabelecimento de autoridade no gerenciamento da comunicação;
- Estabelecimento do acordo de uso de mecanismos de privacidade;
- Determinação da qualidade de serviço desejada;
- Estabelecimento do acordo de responsabilidade na recuperação de erro;
- Sincronização entre aplicações;
- Identificação de sintaxe desejada na comunicação;
- Etc.

A Camada de Aplicação possui todas as funções necessárias para a comunicação entre sistemas abertos e que não são executadas pelas camadas inferiores.

As seguintes funções encontram-se na Camada de Aplicação:

- Agrupamento de funções necessárias na comunicação;
- Gerenciamento da aplicação e do sistema abstrato de comunicação;
- Gerenciamento da camada de aplicação.

2.4.2. A Camada de Apresentação

A Camada de Apresentação soluciona o problema de diferença de representação de informações (Sintaxe) nas entidades de aplicação, permitindo que cada entidade de aplicação possa se comunicar com a correspondente, sem conhecer a representação de informação utilizada na mesma.

O Protocolo de Apresentação permite selecionar qual a sintaxe comum a ser utilizada na comunicação.

A Camada de Apresentação oferece os seguintes serviços:

- Transformação de sintaxe de dados;
- Transformação de sintaxe de apresentação;
- Seleção de sintaxe de dados;
- Seleção de sintaxe de apresentação.

A Camada de Apresentação possui as seguintes funções:

- Solicitação do estabelecimento da sessão;
- Solicitação do término da sessão;
- Transferência de dados;
- Negociação e renegociação de sintaxe de dados e de apresentação;
- Transformação de sintaxe de dados e de apresentação;
- Gerenciamento da camada de apresentação.

2.4.3. A Camada de Sessão

A Camada de Sessão organiza, sincroniza e gerencia as interações entre as entidades de apresentação; possibilita a escolha do tipo de interação desejada ("One-Way", "Two-Way Alternate" e "Two-Way Simultaneous"), o estabelecimento de pontos de sincronismo e as definições de "TOKENS" especiais.

A Camada de Sessão oferece os seguintes serviços:

- Estabelecimento da conexão de sessão;
- Liberação da conexão de sessão;
- Transferência de dados normais;
- Transferência de dados acelerados;
- Armazenamento de dados;
- Gerenciamento de interação;
- Sincronização da conexão de sessão;
- Aviso de ocorrência de erros irrecuperáveis.

A Camada de Sessão possui as seguintes funções:

- Estabelecimento da conexão de sessão;
- Liberação da conexão de sessão;
- Mapeamento de conexão de sessão com conexão de transporte;
- Controle de fluxo de dados;
- Transferência de dados normais;
- Transferência de dados acelerados;
- Recuperação de falhas;
- Gerenciamento da camada de sessão.

2.4.4. A Camada de Transporte

A Camada de Transporte oferece à camada de sessão, conexões de transporte com melhor qualidade do que a existente nas conexões de rede; otimiza a utilização da rede e libera as camadas superiores de qualquer preocupação com comunicação. A Camada de Transporte completa a lacuna existente entre a qualidade de serviço oferecida pela camada de rede e a qualidade de serviço desejada pela camada de sessão.

O Protocolo de Transporte é o primeiro na estrutura de camadas a ter uma interação "Fim-a-Fim", isto é, entre sistemas, sem sistemas de trânsito intermediários.

A Camada de Transporte oferece os seguintes serviços:

- Estabelecimento da conexão de transporte;
- Liberação da conexão de transporte;
- Transferência de dados normais;
- Transferência de dados acelerados.

O Serviço de Transferência de Dados Acelerados é opcional.

A Camada de Transporte possui as seguintes funções:

- Mapeamento de endereço de transporte com endereço de rede;
- Multiplexação de várias conexões de transporte em uma única conexão de rede (Ver Fig. 2.11);
- Divisão de uma única conexão de transporte em várias conexões de rede (Ver Fig. 2.11);
- Estabelecimento de conexões de transporte;
- Liberação de conexões de transporte;
- Transferência de dados normais;
- Transferência de dados acelerados;

- Controle de sequência dos dados "Fim-a-Fim" e individual para cada conexão de transporte;
- Detecção de erro;
- Recuperação de erro;
- Monitoração da qualidade de serviço;
- Segmentação e montagem dos dados;
- Concatenação e separação dos blocos de transporte;
- Controle de fluxo dos dados "Fim-a-Fim" e individual para cada conexão de transporte;
- Supervisão da entidade remota;
- Gerenciamento da camada de transporte.

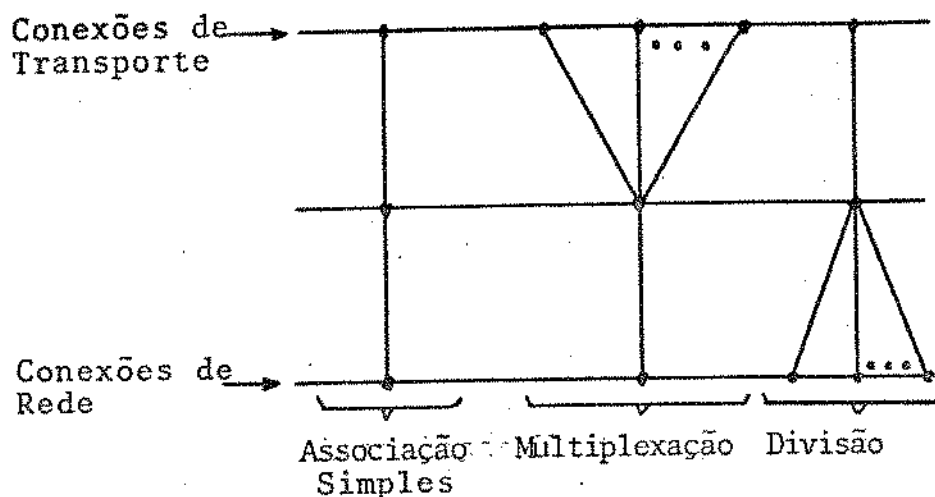


Figura 2.11 : Tipos de Associações de Conexões de Transporte em Conexões de Rede.

2.4.5. A Camada de Rede

A Camada de Rede oferece os meios para estabelecer, manter e terminar conexões de rede entre sistemas contendo entidades de transporte que se comunicam entre si.

A Camada de Rede oculta da Camada de Transporte qualquer conhecimento a respeito dos sistemas de trânsito (retransmissões), roteamento e tecnologia utilizada no meio de comunicação (fibra ótica, comutação por pacotes, satélites, redes locais, etc). A Camada de Transporte deve se preocupar apenas com a qualidade e o custo do Serviço de Rede.

A Camada de Rede possibilita também um melhor aproveitamento dos meios de transmissão, através do uso de Multiplexação de conexões de rede em conexões de enlace.

A Camada de Rede oferece os seguintes serviços:

- Endereçamento de rede;
- Estabelecimento da conexão de rede;
- Liberação da conexão de rede;
- Fornecimento de identificadores de pontos finais das conexões de rede;
- Transferência de dados normais;
- Transferência de dados acelerados;
- Notificação de ocorrência de erro;
- Controle de sequência dos dados;
- Controle de fluxo dos dados;
- Reinicialização ("reset").

Alguns desses serviços são opcionais.

A Camada de Rede possui as seguintes funções:

- Roteamento e retransmissão em sistemas de trânsito;
- Estabelecimento de conexões de rede;
- Liberação de conexões de rede;
- Multiplexação de várias conexões de rede em uma conexão de enlace (Ver Fig. 2.12);
- Segmentação e montagem dos dados;
- Detecção de erro;
- Recuperação de erro;
- Controle de sequência dos dados;
- Controle de fluxo dos dados;
- Transferência de dados normais;
- Transferência de dados acelerados;
- Reinicializações ("reset");
- Seleção do serviço desejado;
- Gerenciamento da camada de rede.

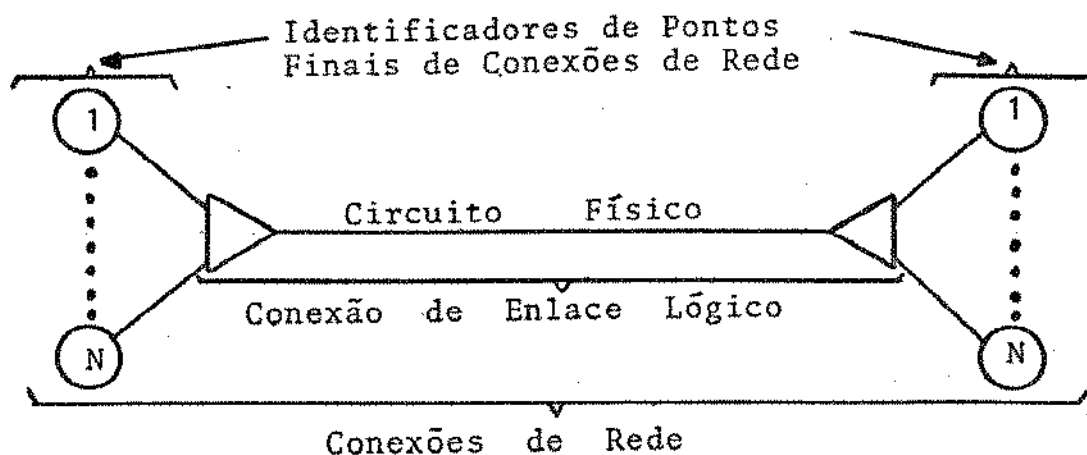


Figura 2.12 : Multiplexação de várias Conexões de Rede em uma Conexão de Enlace.

2.4.6. A Camada de Enlace

A Camada de Enlace oferece os meios para estabelecer, manter e terminar conexões de enlace entre sistemas contendo entidades de rede que se comunicam entre si.

A Camada de Enlace detecta e possivelmente corrige erros que podem ocorrer na Camada Física, melhorando assim a qualidade aparente do meio físico.

A Camada de Enlace possibilita à Camada de Rede controlar a interconexão de circuitos físicos dentro da Camada Física.

Os protocolos e serviços de enlace são muito dependentes da tecnologia utilizada na transferência física, sendo necessários protocolos específicos para tecnologias específicas.

A Camada de Enlace oferece os seguintes serviços:

- Estabelecimento da conexão de enlace;
- Liberação da conexão de enlace;
- Transferência de dados;
- Fornecimento de identificadores de pontos finais das conexões de enlace;
- Controle de sequência dos dados;
- Notificação da ocorrência de erro;
- Controle de fluxo dos dados;
- Fornecimento da qualidade de serviço;
- Controle da interconexão de circuitos físicos.

A Camada de Enlace possui as seguintes funções:

- Estabelecimento de conexões de enlace;
- Liberação de conexões de enlace;
- Divisão de uma conexão de enlace em várias conexões físicas;
- Delimitação e sincronização dos dados;
- Controle de sequência dos dados;
- Controle de fluxo dos dados;
- Detecção de erro;
- Recuperação de erro;
- Controle da interconexão de circuitos físicos;
- Gerenciamento da camada de enlace.

2.4.7. A Camada Física

A Camada Física oferece os meios mecânicos, elétricos e funcionais para ativar, manter e desativar conexões físicas entre as entidades de enlace, e para a transmissão dos bits de informação.

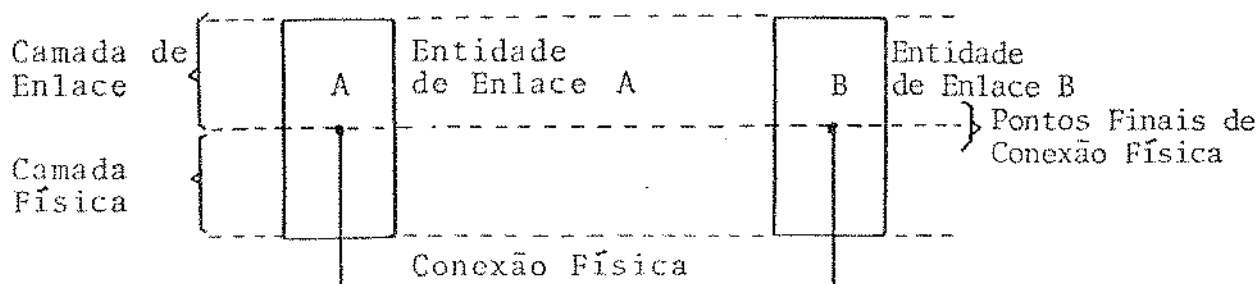
As Entidades Físicas são interconectadas através do meio físico.

A Camada Física oferece os seguintes serviços:

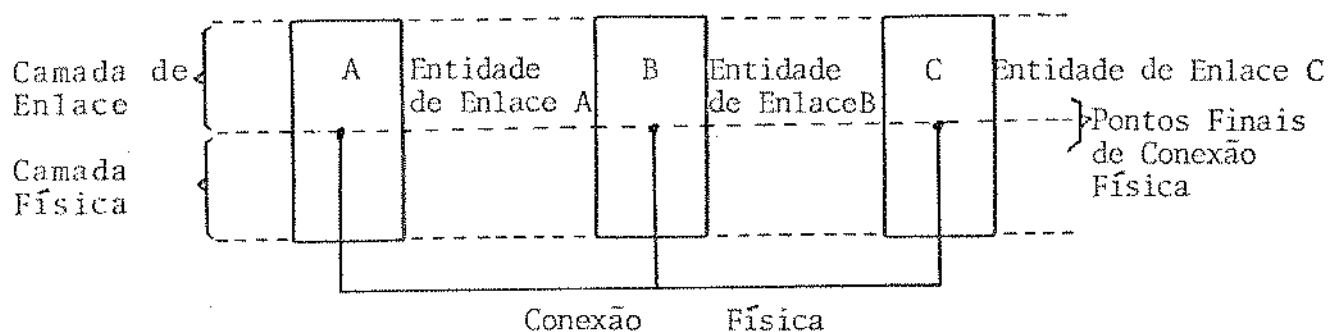
- Conexões físicas (Ver Fig 2.13);
- Transferência de dados (bits);
- Fornecimento de identificadores de pontos finais das conexões físicas;
- Identificação de circuito de dados (caminho físico de comunicação);
- Controle de sequência dos dados (bits);
- Notificação da ocorrência de falhas;
- Fornecimento da qualidade de serviço.

A Camada Física possui as seguintes funções:

- Ativação de conexões físicas;
- Desativação de conexões físicas;
- Transmissão de dados (bits);
- Gerenciamento da camada física.



a) Conexão Física "PONTO-A-PONTO".



b) Conexão Física "MULTIPONTO".

Figura 2.13 : Exemplos de Conexões Físicas.

2.5. O Conjunto de Camadas do Modelo OSI

Na figura 2.14 mostra-se a interação nas camadas existentes no Modelo de Referência OSI. Supõe-se um Sistema A com uma sintaxe específica "+" e um Sistema B com uma outra sintaxe específica "-". Ambos os sistemas possuem processos de aplicação envolvidos na comunicação e outros não envolvidos.

Até a camada de apresentação as sintaxes mantêm-se específicas de cada sistema, mas abaixo desta camada a sintaxe é a mesma para a comunicação entre os sistemas.

Na camada de transporte mostra-se a utilização da Multiplexação e da Divisão.

Abaixo da camada de enlace mostra-se a possibilidade da existência de uma ou várias conexões físicas para a utilização pelas entidades de enlace.

No meio físico mostra-se que o caminho de comunicação pode ser composto por vários circuitos físicos.

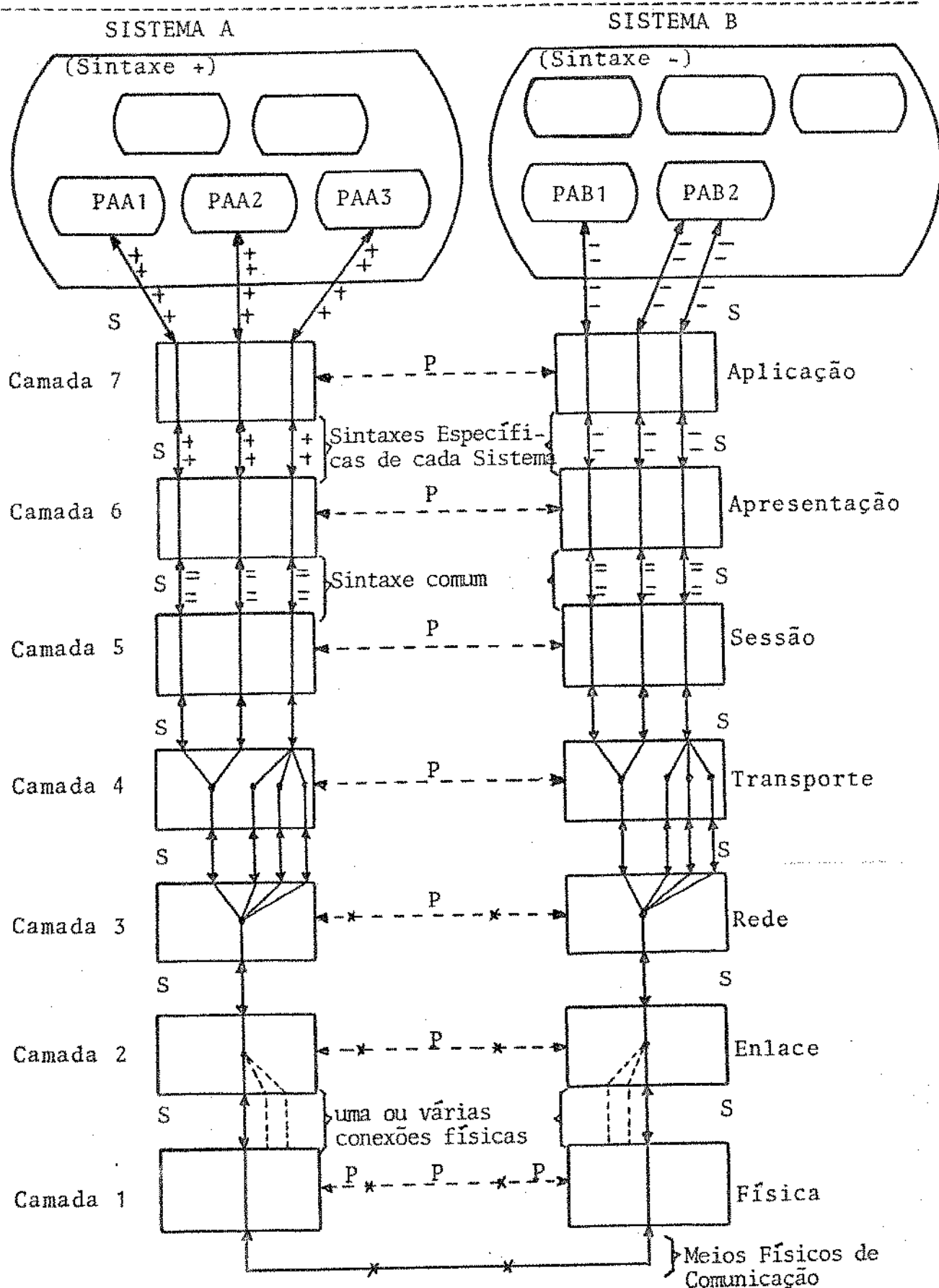


Figura 2.14 : Exemplo de Interconexão de dois Sistemas Abertos.

CAPÍTULO 3

OS SERVIÇOS DE TRANSPORTE E DE REDE

3. OS SERVIÇOS DE TRANSPORTE E DE REDE

O Usuário do Serviço é aquele que utiliza o Serviço oferecido pelo Prestador do Serviço, através do Ponto de Acesso ao Serviço (Ver Fig.3.1).

A comunicação entre as camadas do Modelo de Referência é feita através de primitivas que são representações abstratas de interações entre as camadas. Existem os seguintes tipos de primitivas (ver Fig. 3.1) :

Solicitação-S: Primitiva emitida pelo Usuário do Serviço ("Request") para solicitar algum procedimento;

Indicação-I : Primitiva emitida pelo Prestador do Serviço ("Indication") para indicar que um procedimento foi solicitado pelo Usuário do Serviço correspondente;

Resposta-R : Primitiva emitida pelo Usuário do Serviço ("Response") para completar algum procedimento previamente indicado pelo Prestador do Serviço;

Confirmação-C: Primitiva emitida pelo Prestador do Serviço ("Confirmation") para completar algum procedimento previamente solicitado pelo Usuário do Serviço.

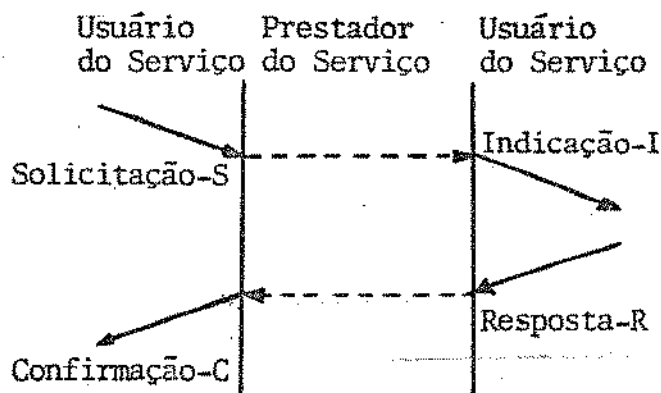
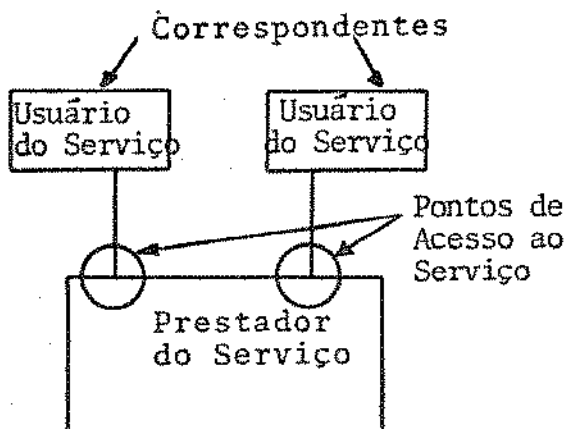


Figura 3.1 : Modelo de Serviço e Tipos de Primitivas.

Posteriormente será mostrado que nem toda primitiva de solicitação exige primitiva de confirmação correspondente.

As convenções utilizadas nas descrições dos Serviços de Transporte e de Rede podem ser vistas no documento [CCITT83b].

3.1. O Serviço de Transporte

O Serviço de Transporte (ST) é oferecido pela Camada de Transporte à Camada de Sessão (ver Fig. 3.2). A descrição completa deste serviço pode ser vista nos documentos [CCITT83f] e [ISO84b].

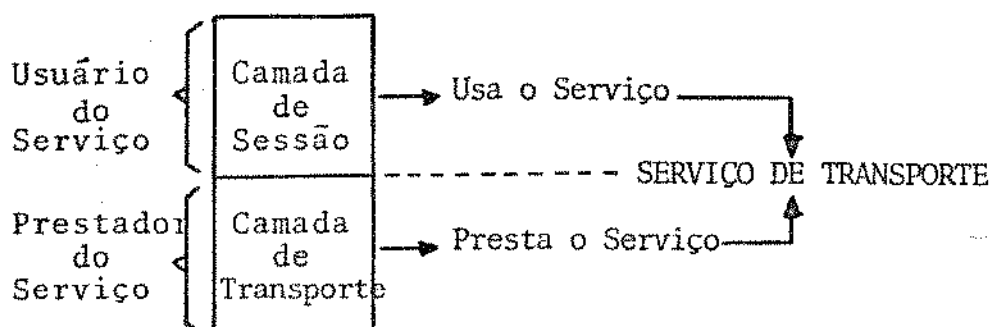


Figura 3.2 : O Serviço de Transporte.

3.1.1. Primitivas do Serviço de Transporte

As primitivas do Serviço de Transporte são mostradas a seguir (ver Tab. 3.1), com as seguintes informações:

- fase da conexão de transporte (CT) em que ocorre a primitiva;
- serviço de transporte associado à primitiva;
- nome da primitiva;
- parâmetros da primitiva.

Tabela 3.1 : Primitivas do Serviço de Transporte.

FASE	SERVIÇO	PRIMITIVA	PARÂMETROS
Estabelecimento da CT	Estabelecimento da CT	Solicitação Conexão - T	- endereço chamado de Transporte - endereço chamador de Transporte - seleção de dados acelerados - qualidade de serviço - dados de usuário ST (de 0 a 32 octetos)
		Indicação Conexão - T	- endereço chamado de Transporte - endereço chamador de Transporte - seleção de dados acelerados - qualidade de serviço - dados de usuário ST (de 0 a 32 octetos)
		Resposta Conexão - T	- qualidade de serviço - endereço respondedor - seleção de dados acelerados - dados de usuário ST (de 0 a 32 octetos)
		Confirmação Conexão - T	- qualidade de serviço - endereço respondedor - seleção de dados acelerados - dados de usuário ST (de 0 a 32 octetos)
Transferência de Dados	Transferência de Dados Normais	Solicitação Dados - T	- dados de usuário ST (maior ou =1 octeto)
		Indicação Dados - T	- dados de usuário ST (maior ou =1 octeto)
	Transferência de Dados Acelerados (1)	Solicitação Dados Acelerados - T	- dados de usuário ST (de 1 a 16 octetos)
		Indicação Dados Acelerados - T	- dados de usuário ST (de 1 a 16 octetos)

(Continua na Próxima Página)

Tabela 3.1 : Primitivas do Serviço de Transporte (Continuação).

FASE	SERVIÇO	PRIMITIVA	PARÂMETROS
Liberação da CT	Liberação da CT	Solicitação	- dados de usuário ST
		Desconexão - T	(de 0 a 64 octetos)
		Indicação	- motivo da desconexão
		Desconexão - T	- dados de usuário ST (de 0 a 64 octetos)

(1): Opcional

CT : Conexão de Transporte

T : Transporte

ST : Serviço de Transporte

A seguir, mostra-se o significado de cada primitiva em particular:

SOLICITAÇÃO

CONEXÃO - T: Solicitação de Estabelecimento de uma nova Conexão de Transporte;

INDICAÇÃO

CONEXÃO - T: Indicação de uma nova Conexão de Transporte sendo solicitada remotamente;

RESPOSTA

CONEXÃO - T: Aceitação da Indicação da Nova Conexão de Transporte;

CONFIRMAÇÃO

CONEXÃO - T: Confirmação da nova Conexão de Transporte solicitada anteriormente;

SOLICITAÇÃO

DADOS - T : Solicitação de envio de Dados Normais;

INDICAÇÃO

DADOS - T : Indicação de recepção de Dados Normais;

SOLICITAÇÃO

DADOS

ACELERADOS - T: Solicitação de envio de Dados Acelerados;

INDICAÇÃO

DADOS

ACELERADOS - T: Indicação de recepção de Dados Acelerados;

SOLICITAÇÃO

DESCONEXÃO - T: Solicitação de Liberação da Conexão de Transporte;

INDICAÇÃO

DESCONEXÃO - T: Indicação de Liberação da Conexão de Transporte.

A seguir, mostra-se o significado de cada parâmetro das primitivas:

ENDEREÇO CHAMADO DE TRANSPORTE: endereço de transporte da entidade de sessão chamada;

ENDEREÇO CHAMADOR DE TRANSPORTE: endereço de transporte da entidade de sessão chamadora;

ENDEREÇO RESPONDEDOR: endereço de resposta da entidade de sessão chamada;

SELEÇÃO DE DADOS ACELERADOS: indicador de seleção de uso de dados acelerados;

QUALIDADE DE SERVIÇO: indicador da qualidade de serviço desejada ou resultante;

DADOS DE USUÁRIO ST: dados de usuário do Serviço de Transporte;

MOTIVO DA DESCONEXÃO: razão pela qual ocorreu a liberação da conexão de transporte.

A seguir, mostram-se várias situações normais envolvendo as diversas primitivas; o conjunto de situações foi dividido em três fases:

- Estabelecimento da Conexão de Transporte (Fig. 3.3);
- Transferência de Dados (Fig. 3.4);
- Liberação da Conexão de Transporte (Fig. 3.5).

Deve-se observar que utiliza-se o til "~" para indicar que as primitivas podem ser assíncronas.

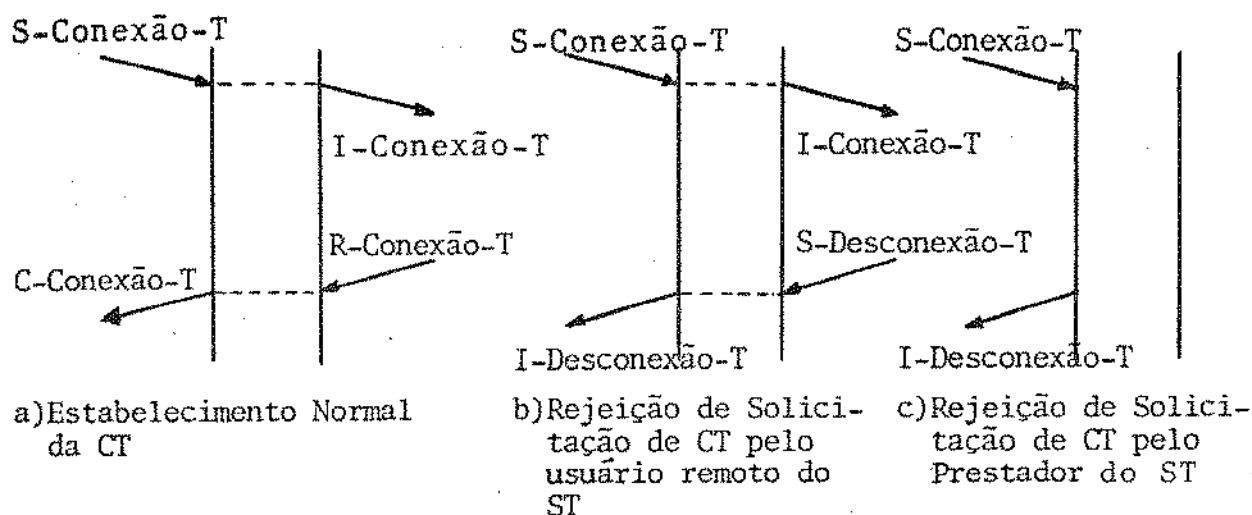


Figura 3.3 : Fase de Estabelecimento da CT - Sequências Normais de Primitivas.

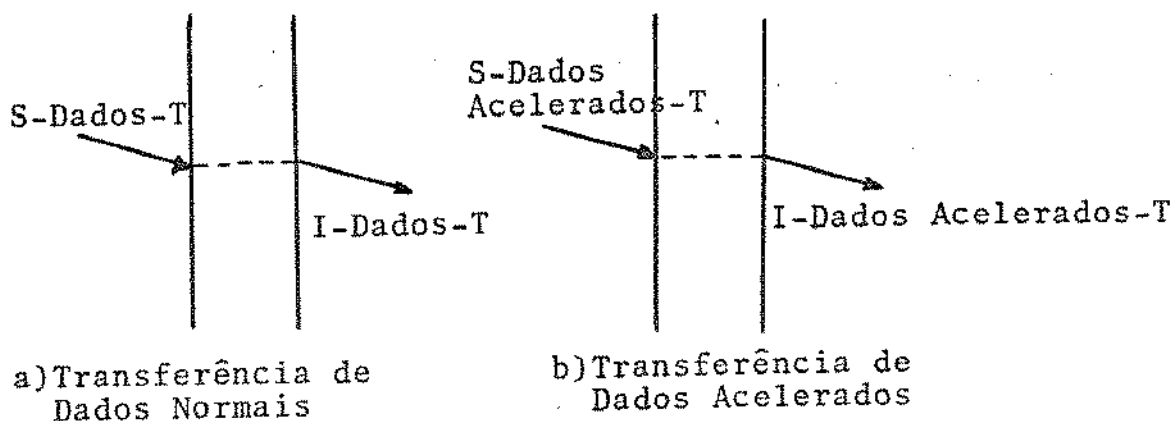
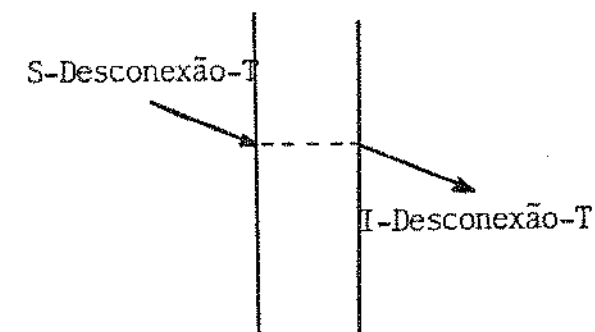
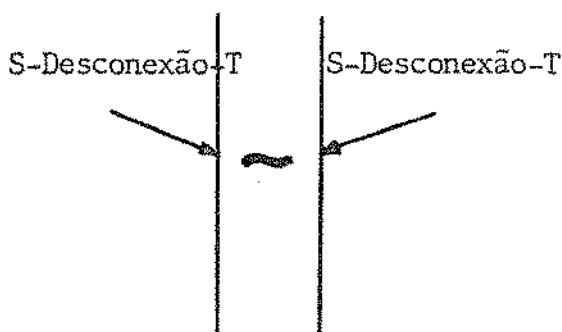


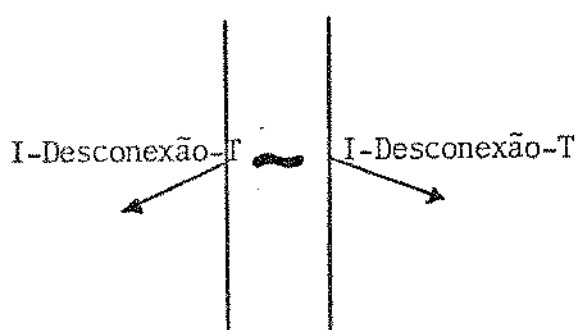
Figura 3.4 : Fase de Transferência de Dados - Sequências Normais de Primitivas.



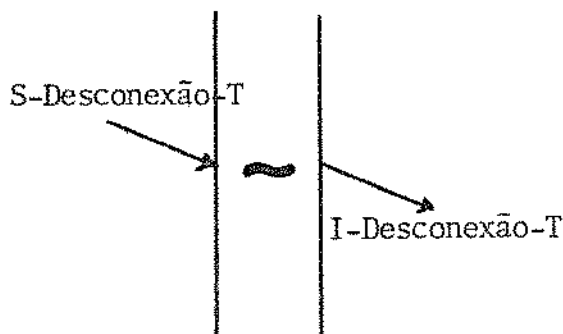
a) Liberação da CT iniciada por um usuário do ST



b) Liberação da CT iniciada pelos usuários do ST



c) Liberação da CT iniciada pelo Prestador do ST



d) Liberação da CT iniciada pelo usuário do ST e pelo Prestador do ST

Figura 3.5 : Fase de Liberação da CT - Sequências Normais de Primitivas.

Pode-se observar nas partes "a" e "b" da figura 3.4 e na parte "a" da figura 3.5 que as Solicitações de Dados Normais, Dados Acelerados e Desconexão não exigem primitiva de confirmação correspondente.

Uma primitiva de Solicitação ou Indicação de Desconexão - T pode terminar qualquer outra sequência de primitivas, antes desta estar completa.

A seguir, mostra-se uma tabela com as sequências possíveis das primitivas do ST num dos extremos de uma Conexão de Transporte (Tab.3.2).

Tabela 3.2 : Sequências das Primitivas do ST num dos extremos de uma CT.

A Primitiva X do ST X → pode ser seguida pela primitiva Y do ST ↓ Y	S-Conexão-T	C-Conexão-T	I-Conexão-T	R-Conexão-T	S-Dados-T	I-Dados-T	S-Dados Acelerados-T	I-Dados Acelerados-T	S-Desconexão-T	I-Desconexão-T
S-Conexão-T										
C-Conexão-T	+									
I-Conexão-T										
R-Conexão-T			+							
S-Dados-T		+		+	+	+	+	+		
I-Dados-T		+		+	+	+	+	+		
S-Dados Acelerados-T		+		+	+	+	+	+		
I-Dados Acelerados-T		+		+	+	+	+	+		
S-Desconexão-T	+	+	+	+	+	+	+	+		
I-Desconexão-T	+	+	+	+	+	+	+	+		

+ : Indica possibilidade de ocorrência

3.1.2. Diagrama de Estados do Serviço de Transporte

O Serviço de Transporte, num determinado ponto de acesso, passa por diversos estados conforme mostra a Figura 3.6.

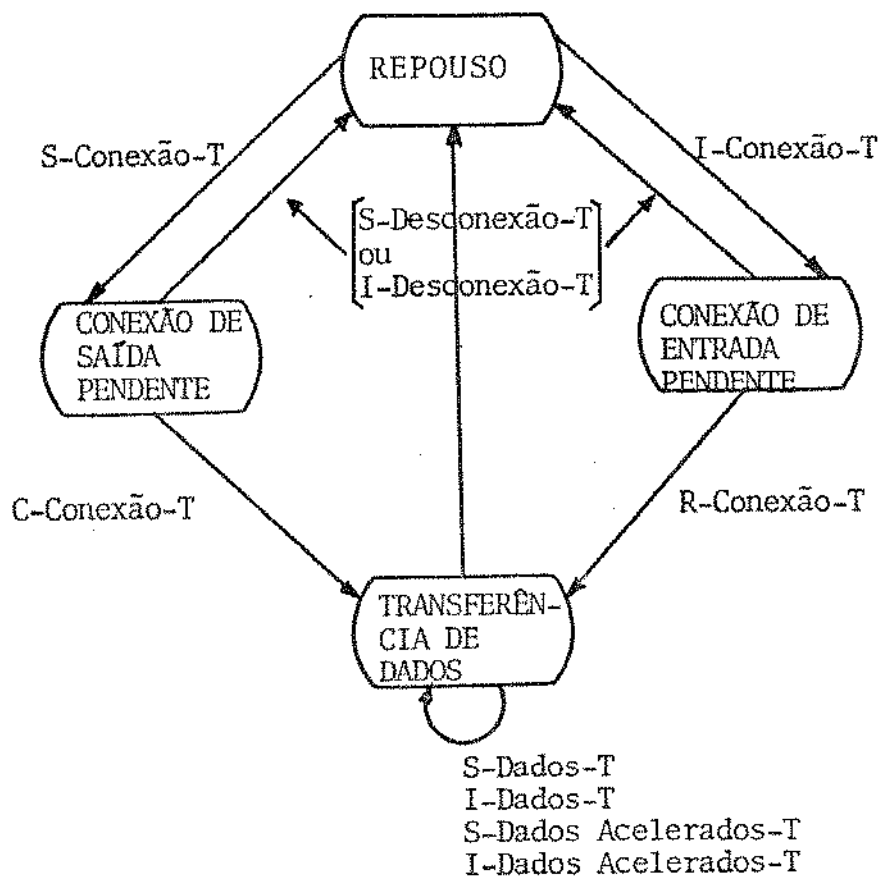


Figura 3.6 : Diagrama de Transição de Estados em um dos pontos extremos de uma CT.

Inicialmente, o ST encontra-se no estado REPOUSO, para um determinado ponto de acesso. Neste estado pode ocorrer a Solicitação de Estabelecimento da CT que implicará na mudança para o estado CONEXÃO DE SAÍDA PENDENTE; pode ocorrer também a Indicação de Estabelecimento da CT que implicará na mudança para o estado CONEXÃO DE ENTRADA PENDENTE.

No estado CONEXÃO DE SAÍDA PENDENTE pode ocorrer a Confirmação da Conexão que implicará na mudança para o estado TRANSFERÊNCIA DE DADOS; pode ocorrer também a Solicitação ou a Indicação de Liberação da CT que implicará no retorno ao estado REPOUSO.

No estado CONEXÃO DE ENTRADA PENDENTE pode ocorrer a Resposta Confirmando a CT que implicará na mudança para o estado TRANSFERÊNCIA DE DADOS; pode ocorrer também a Solicitação ou a Indicação de Liberação da CT que implicará no retorno ao estado REPOUSO.

No estado TRANSFERÊNCIA DE DADOS podem ocorrer Solicitações e Indicações de Dados Normais e Acelerados, mantendo-se o estado; pode ocorrer também a Solicitação ou a Indicação de Liberação da CT que implicará no retorno ao estado REPOUSO.

3.2. O Serviço de Rede

O Serviço de Rede (SR) é oferecido pela Camada de Rede à Camada de Transporte (ver Fig. 3.7). A descrição completa deste serviço pode ser vista nos documentos [CCITT83e] e [ISO84a].

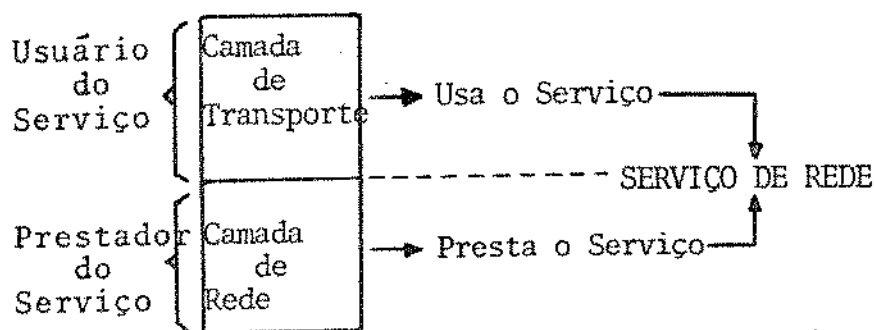


Figura 3.7 : O Serviço de Rede.

3.2.1. Primitivas do Serviço de Rede

As primitivas do Serviço de Rede (SR) são mostradas a seguir (ver Tabs. 3.3 e 3.4) com as seguintes informações:

- fase da Conexão de Rede (CR) em que ocorre a primitiva;
- serviço de rede associado à primitiva;
- nome da primitiva;
- parâmetros da primitiva.

Tabela 3.3 : Primitivas do SR - Fase de Estabelecimento da CR.

FASE	SERVIÇO	PRIMITIVA	PARÂMETROS
Estabelecimento da CR	Estabelecimento da CR	Solicitação Conexão - R	- endereço chamado de rede - seleção de confirmação de recepção - seleção de dados acelerados - qualidade de serviço - dados de usuário SR (de 0 a 128 octetos)
		Indicação Conexão - R	- endereço chamador de rede - seleção de confirmação de recepção - seleção de dados acelerados - qualidade de serviço - dados de usuário SR (de 0 a 128 octetos)
		Resposta Conexão - R	- seleção de confirmação de recepção - seleção de dados acelerados - qualidade de serviço - dados de usuário SR (de 0 a 128 octetos)
		Confirmação Conexão - R	- endereço respondedor - seleção de confirmação de recepção - seleção de dados acelerados - qualidade de serviço - dados de usuário SR (de 0 a 128 octetos)

CR : Conexão de Rede

SR : Serviço de Rede

R : Rede

ela 3.4 : Primitivas do SR - Fases de Transf.Dados e Liberação da CR.

FASE	SERVIÇO	PRIMITIVA	PARÂMETROS
Transferência Dados	Transferência de Dados Normais	Solicitação	- dados de usuário SR
		Dados - R	- solicitação de con- firmação
		Indicação	- dados de usuário SR
		Dados - R	- solicitação de con- firmação
	Confirmação de Recepção (Nota)	Solicitação	
		Confirmação	
		de Recepção	
		de Dados - R	
	Transferência de Dados Acelerados (Nota)	Indicação	
		Confirmação	
		de Recepção	
		de Dados - R	
Liberação CR	Transferência de Dados Acelerados (Nota)	Solicitação	- dados de usuário SR
		Dados	(de 1 a 32 octetos)
		Acelerados - R	
		Indicação	- dados de usuário SR
	Reinicialização da CR	Dados	(de 1 a 32 octetos)
		Acelerados - R	
		Solicitação	- motivo
		Reinicialização - R	
		Indicação	- originador
		Reinicialização - R	- motivo
		Resposta	
		Reinicialização - R	
	Liberação da CR	Confirmação	
		Reinicialização - R	
		Solicitação	- motivo
		Desconexão - R	- dados de usuário SR
			(de 0 a 128 octetos)
		Indicação	- originador
		Desconexão - R	- motivo
			- dados de usuário SR
			(de 0 a 128 octetos)
			- endereço respondedor

NOTA: Opção do prestador do SR; não é obrigatório existir em todos os SRs.

CR : Conexão de Rede

SR : Serviço de Rede

R : Rede

A seguir, mostra-se o significado de cada primitiva em particular:

SOLICITAÇÃO

CONEXÃO - R: Solicitação de Estabelecimento de uma nova Conexão de Rede;

INDICAÇÃO

CONEXÃO - R: Indicação de uma nova Conexão de Rede sendo solicitada remotamente;

RESPOSTA

CONEXÃO - R: Aceitação da Indicação da Nova Conexão de Rede;

CONFIRMAÇÃO

CONEXÃO - R: Confirmação da nova Conexão de Rede solicitada anteriormente;

SOLICITAÇÃO

DADOS - R: Solicitação de envio de Dados Normais;

INDICAÇÃO

DADOS - R: Indicação de recepção de Dados Normais;

SOLICITAÇÃO

CONFIRMAÇÃO

DE RECEPÇÃO

DE DADOS - R: Solicitação de Confirmação dos Dados Normais recebidos;

INDICAÇÃO

CONFIRMAÇÃO

DE RECEPÇÃO

DE DADOS - R: Indicação de Confirmação dos Dados Normais enviados;

SOLICITAÇÃO

DADOS

ACELERADOS - R: Solicitação de envio de Dados Acelerados;

INDICAÇÃO

DADOS

ACELERADOS - R: Indicação de recepção de Dados Acelerados;

SOLICITAÇÃO

REINICIALIZAÇÃO - R: Solicitação de Reinicialização da Conexão de Rede;

INDICAÇÃO

REINICIALIZAÇÃO - R: Indicação de Reinicialização da Conexão de Rede;

RESPOSTA

REINICIALIZAÇÃO - R: Resposta à Indicação de Reinicialização da Conexão de Rede;

CONFIRMAÇÃO

REINICIALIZAÇÃO - R: Confirmação da Reinicialização da Conexão de Rede;

SOLICITAÇÃO

DESCONEXÃO - R: Solicitação de Liberação da Conexão de Rede;

INDICAÇÃO

DESCONEXÃO - R: Indicação de Liberação da Conexão de Rede.

A seguir, mostra-se o significado de cada parâmetro das primitivas;

ENDEREÇO CHAMADO DE REDE: Endereço de Rede da Entidade de Transporte Chamada;

ENDEREÇO CHAMADOR DE REDE: Endereço de Rede da Entidade de Transporte Chamadora;

ENDEREÇO RESPONDEDOR: Endereço de Resposta do Ponto de Acesso ao Serviço de Rede a ser usado na nova conexão;

SELEÇÃO DE CONFIRMAÇÃO DE RECEPÇÃO: Indicador de seleção de uso de confirmação de recepção de Dados Normais;

SELEÇÃO DE DADOS ACELERADOS: Indicador de seleção de uso de Dados Acelerados;

QUALIDADE DE SERVIÇO: Indicador da Qualidade de Serviço desejada ou resultante;

DADOS DE USUÁRIO SR: Dados de Usuário do Serviço de Rede;

SOLICITAÇÃO DE CONFIRMAÇÃO: Indicador de Solicitação de Confirmação de recepção de Dados Normais;

ORIGINADOR: Indicador da origem da Reinicialização/Liberação da Conexão de Rede;

MOTIVO: Razão pela qual ocorreu a Reinicialização/Liberação da Conexão de Rede.

A seguir, mostram-se várias situações normais envolvendo as diversas primitivas; o conjunto de situações foi dividido em três fases:

- Estabelecimento da Conexão de Rede (Fig. 3.8);
- Transferência de Dados (Fig. 3.9);
- Liberação da Conexão de Rede (Fig. 3.10).

Deve-se observar que utiliza-se o til "~" para indicar que as primitivas podem ser assíncronas.

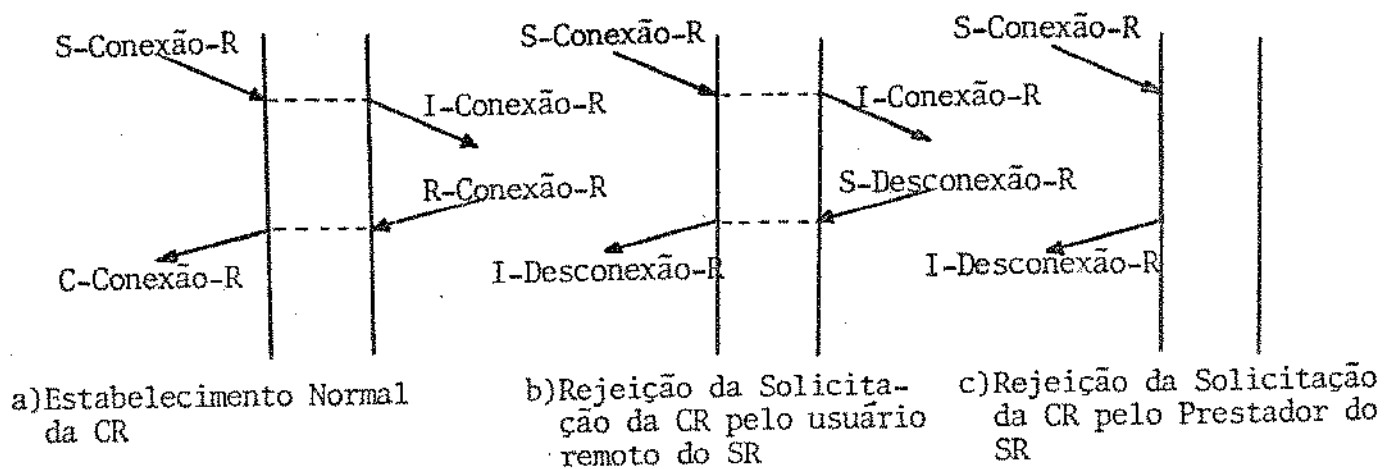


Figura 3.8 : Fase de Estabelecimento da CR - Sequências Normais de Primitivas.

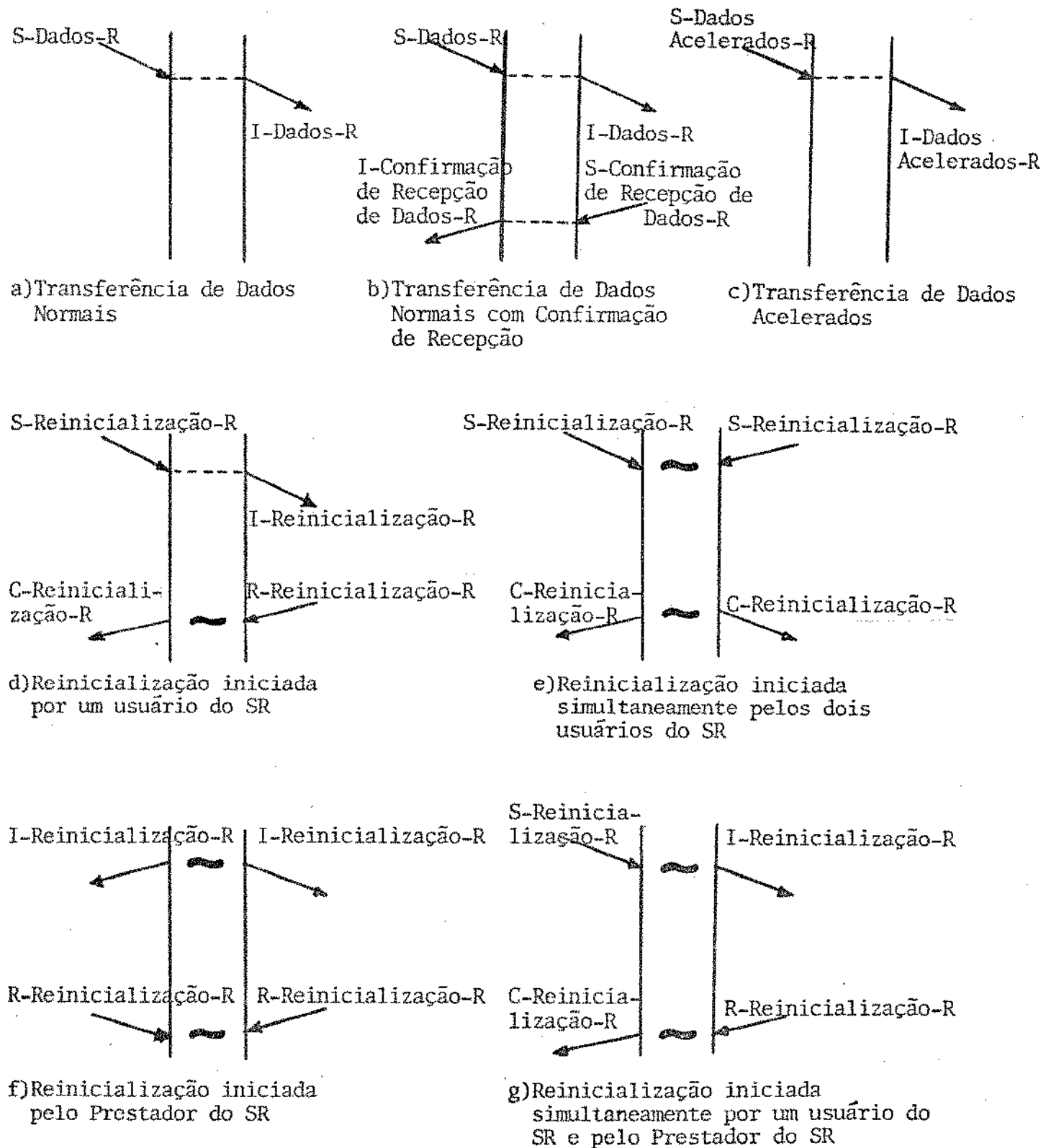


Figura 3.9 : Fase de Transferência de Dados - Sequências Normais de Primitivas.

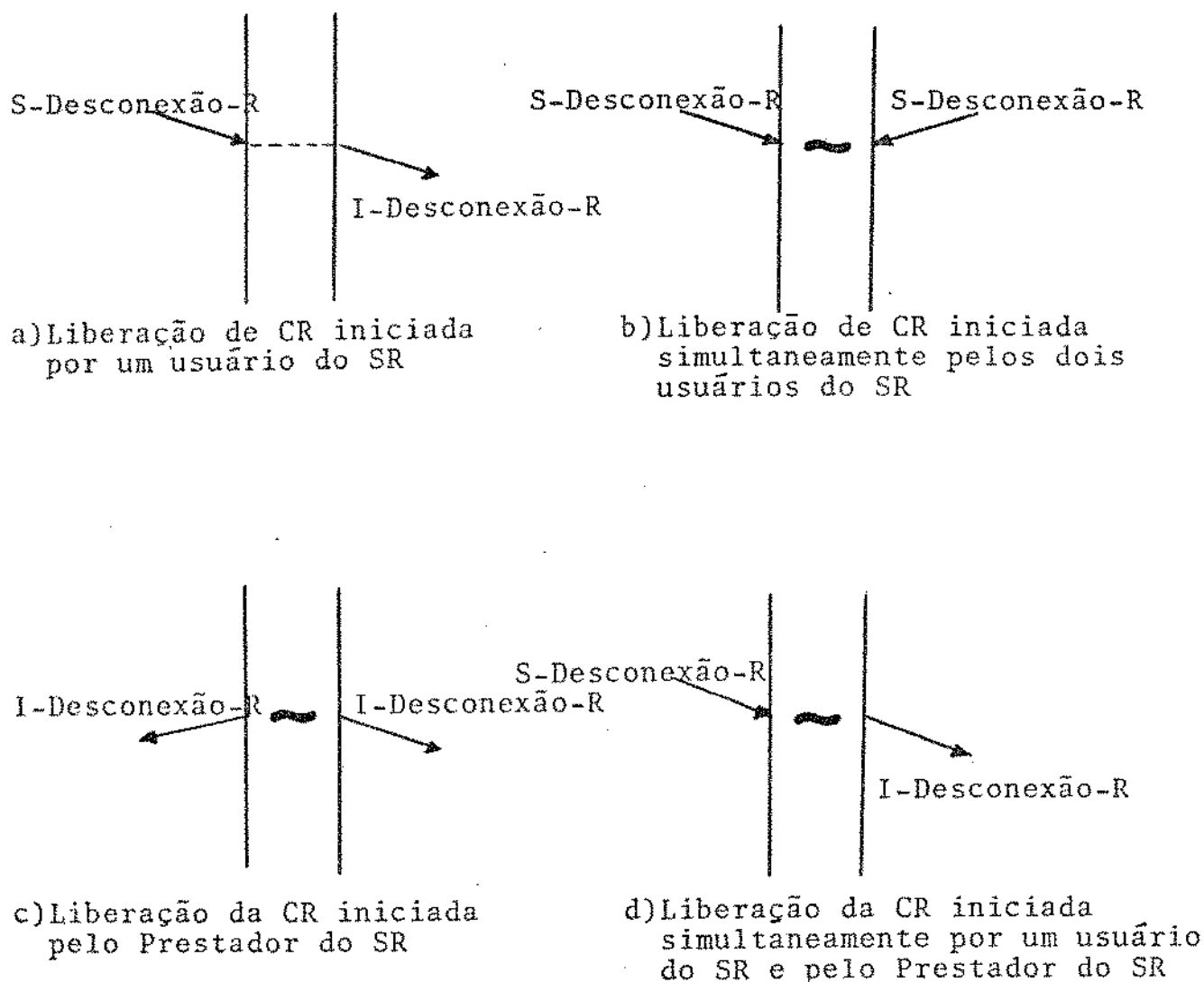


Figura 3.10 : Fase de Liberação da CR - Sequências Normais de Primitivas.

Pode-se observar na parte "c" da figura 3.9 e na parte "a" da figura 3.10 que as Solicitações de Dados Acelerados e Desconexão não exigem primitiva de confirmação correspondente. A Solicitação de Dados Normais pode ou não exigir primitiva de confirmação correspondente.

Uma primitiva de Solicitação ou Indicação de Desconexão - R pode terminar qualquer outra sequência de primitivas, antes desta estar completa. Uma primitiva de Solicitação ou Indicação de Reinicialização - R pode terminar uma sequência de primitivas de Dados Normais, Dados Acelerados ou Confirmação de Recepção antes desta estar completa.

3.2.2. Diagrama de Estados do Serviço de Rede

O Serviço de Rede, num determinado Ponto de Acesso, passa por diversos estados conforme mostra a figura 3.11.

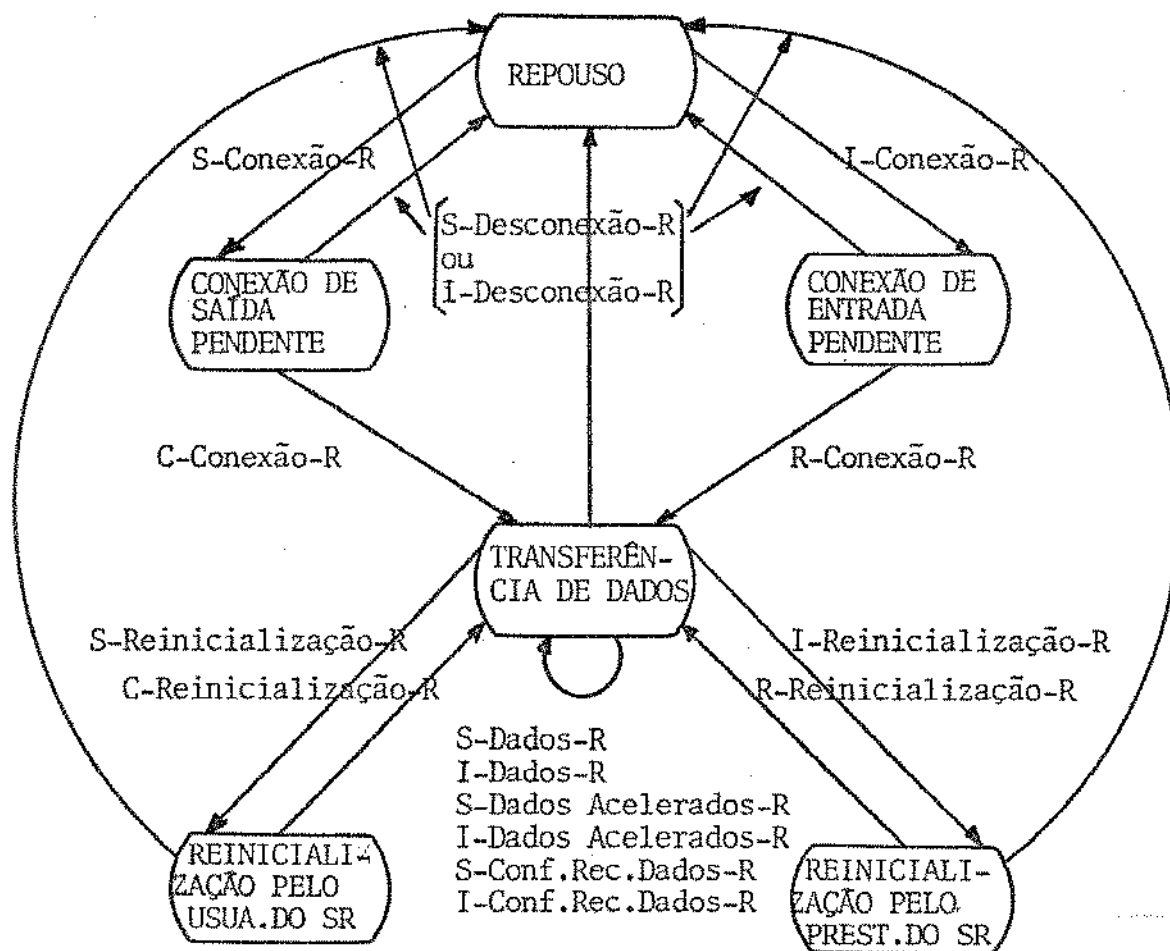


Figura 3.11 : Diagrama de Transição de Estados em um dos pontos extremos de uma CR.

Inicialmente o SR encontra-se no estado REPOUSO, para um determinado ponto de acesso. Neste estado pode ocorrer a Solicitação de Estabelecimento da CR que implicará na mudança para o estado CONEXÃO DE SAÍDA PENDENTE; pode ocorrer também a Indicação de Estabelecimento da CR que implicará na mudança para o estado CONEXÃO DE ENTRADA PENDENTE.

No estado CONEXÃO DE SAÍDA PENDENTE pode ocorrer a Confirmação da Conexão que implicará na mudança para o estado TRANSFERÊNCIA DE DADOS; pode ocorrer também a Solicitação ou Indicação de Liberação da CR que implicará no retorno ao estado REPOUSO.

No estado CONEXÃO DE ENTRADA PENDENTE pode ocorrer a Resposta Confirmando a CR que implicará na mudança para o estado TRANSFERÊNCIA DE DADOS; pode ocorrer também a Solicitação ou Indicação de Liberação da CR que implicará no retorno ao estado REPOUSO.

No estado TRANSFERÊNCIA DE DADOS podem ocorrer Solicitações e Indicações de Dados Normais, Dados Acelerados, Confirmação de Recepção de Dados, mantendo-se o estado; pode ocorrer também uma Solicitação ou Indicação de Liberação da CR que implicará no retorno ao estado REPOUSO; pode ocorrer também uma Solicitação de Reinicialização da CR que implicará na mudança ao estado REINICIALIZAÇÃO SOLICITADA PELO USUÁRIO DO SR; pode ocorrer também uma Indicação de Reinicialização da CR que implicará na passagem ao estado REINICIALIZAÇÃO INICIADA PELO PRESTADOR DO SR.

No estado REINICIALIZAÇÃO SOLICITADA PELO USUÁRIO DO SR pode ocorrer a Confirmação da Reinicialização que implicará no retorno ao estado TRANSFERÊNCIA DE DADOS; pode ocorrer também a Solicitação ou Indicação da Liberação da CR que implicará no retorno ao estado REPOUSO.

No estado REINICIALIZAÇÃO INICIADA PELO PRESTADOR DO SR pode ocorrer a Resposta à Reinicialização que implicará no retorno ao estado TRANSFERÊNCIA DE DADOS; pode ocorrer também a Solicitação ou Indicação da Liberação da CR que implicará no retorno ao estado REPOUSO.

CAPÍTULO 4

O PROTOCOLO DE TRANSPORTE

4. O PROTOCOLO DE TRANSPORTE

O objetivo principal do Protocolo de Transporte é melhorar a qualidade da comunicação entre equipamentos. Para isso, o Protocolo de Transporte possui um conjunto de procedimentos e elementos que são mostrados neste capítulo. Esses procedimentos e elementos são os mesmos existentes nas classes 0, 1, 2, 3 e 4 dos Protocolos de Transporte da Recomendação X.224 do CCITT [CCITT84b].

Utilizam-se as seguintes abreviaturas para as unidades de dados e os serviços de transporte e de rede :

UDPT: Unidade de Dados do Protocolo de Transporte;
UDST: Unidade de Dados do Serviço de Transporte;
UDSR: Unidade de Dados do Serviço de Rede;
ST : Serviço de Transporte;
SR : Serviço de Rede.

O Protocolo de Transporte possui dois tipos de Unidade de Dados (UDPT), também chamadas de Blocos de Transporte : Bloco de Controle e Bloco de Dados. Existem os seguintes tipos de Blocos de Transporte (UDPT):

TPI: Identificador de Protocolo;
TCR: Solicitação de Conexão;
TCC: Confirmação de Conexão;
TDR: Solicitação de Desconexão;
TDC: Confirmação de Desconexão;
TDT: Dados Normais;
TED: Dados Acelerados;
TAK: Reconhecimento de Recepção de Dados Normais;
TEA: Reconhecimento de Recepção de Dados Acelerados;
TRJ: Rejeição de Dados;
TER: Erro.

OBS : Utiliza-se a letra "T" no início dos nomes dos blocos, para indicar que é um Bloco de Transporte.

O bloco TPI serve para identificar o tipo de protocolo de transporte que será usado sobre uma determinada conexão de rede. O bloco TCR serve para solicitar uma nova conexão de transporte e o bloco TCC serve para confirmá-la. O bloco TDR serve para liberar uma conexão de transporte já existente ou rejeitar uma conexão de transporte em estabelecimento; o bloco TDC serve para confirmar a liberação da conexão de transporte. Os blocos TDT e TED servem para transportar dados normais e acelerados, respectivamente. Os blocos TAK e TEA servem para confirmar a recepção de Dados Normais e Acelerados, respectivamente. O bloco TRJ serve para ressincronizar a troca de dados na conexão de transporte. O bloco TER serve para indicar a ocorrência de recepção de bloco de transporte com algum erro.

Na figura 4.1 exemplificam-se as trocas desses Blocos de Transporte nas diversas fases da Conexão de Transporte.

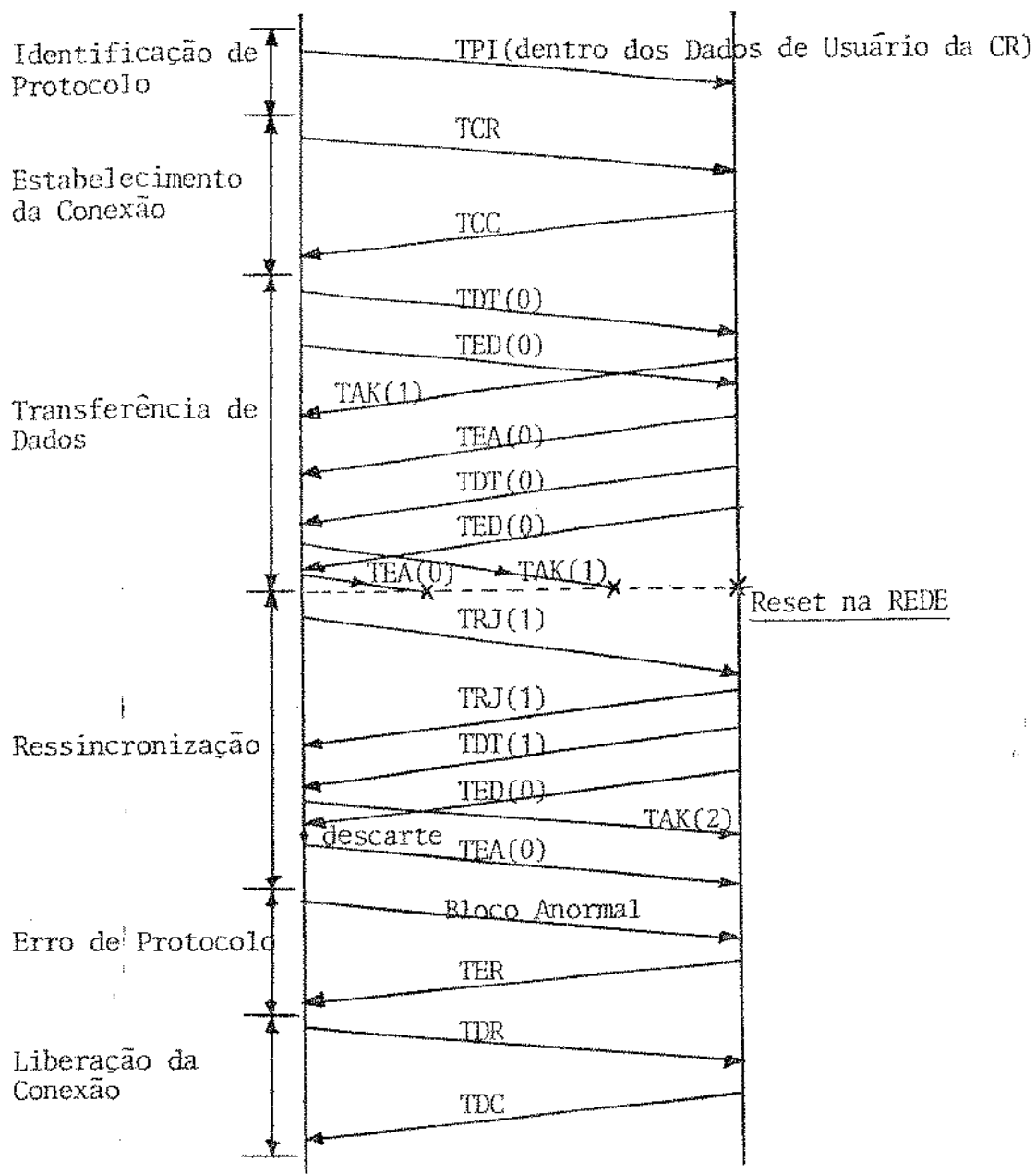


Figura 4.1 : Blocos de Transporte trocados nas diversas fases da CT.

4.1. Funções da Camada de Transporte

As funções da Camada de Transporte preenchem a lacuna existente entre os serviços disponíveis na camada de rede e os serviços que devem ser oferecidos aos usuários do ST.

As funções da Camada de Transporte estão relacionadas com o melhoramento da qualidade de serviço de comunicação, incluindo aspectos de otimização e custo.

Algumas funções da Camada de Transporte podem ser utilizadas em qualquer fase de uma Conexão de Transporte e outras só podem ser utilizadas nas fases de Estabelecimento da Conexão de Transporte, Transferência de Dados ou Liberação da Conexão de Transporte.

4.1.1. Funções Utilizadas em todas as Fases da Conexão de Transporte

As seguintes funções podem ser utilizadas em todas as fases de uma Conexão de Transporte:

- Transmissão de Blocos de Transporte (UDPT);
- Multiplexação e Demultiplexação;
- Detecção de Erros;
- Reestabelecimento após falha.

4.1.2. Funções da Fase de Estabelecimento da Conexão de Transporte

A Fase de Estabelecimento da Conexão de Transporte tem por objetivo conectar dois usuários do ST. Durante esta fase, podem ser utilizadas as seguintes funções:

- Seleção do Serviço de Rede a ser utilizado;
- Decisão de utilização ou não de multiplexação;
- Determinação do tamanho ótimo da UDPT;
- Seleção das funções que estarão operacionais na fase de Transferência de Dados;
- Mapeamento dos endereços de transporte com os endereços de rede;
- Diferenciação de conexões de transporte;
- Estabelecimento da Conexão de Transporte;
- Transporte de Dados de Usuário.

4.1.3. Funções da Fase de Transferência de Dados

A Fase de Transferência de Dados tem por objetivo permitir a transferência de Dados dos Usuários do ST (UDST) entre as duas entidades ligadas pela conexão de transporte. Durante esta fase, podem ser utilizadas as seguintes funções:

- Concatenação e Separação;
- Segmentação, Montagem e Transporte de Dados Normais;
- Divisão e Recombinação;
- Controle de Fluxo;
- Identificação de Conexão de Transporte;
- Transporte de Dados Acelerados;

Delimitação de UDST.

4.1.4. Funções da Fase de Liberação da Conexão de Transporte

A Fase de Liberação da Conexão de Transporte tem por objetivo liberar a conexão de transporte existente entre dois usuários do ST. Durante esta fase podem ser utilizadas as seguintes funções:

- Liberação da Conexão de Transporte;
- Transporte de Dados de Usuário.

4.2. Classes e Opções

Nem sempre é de interesse a utilização de todas as funções da camada de transporte, devido ao compromisso existente entre a qualidade de serviço e desempenho. Por isso organizaram-se as funções da camada de transporte em classes e opções; uma classe define um conjunto de funções; as opções definem funções que podem ou não ser utilizadas dentro de uma classe.

Existem as seguintes classes de protocolo:

Classe 0: Classe Simples;

Classe 1: Classe Básica com Reestabelecimento após falha;

Classe 2: Classe com Multiplexação;

Classe 3: Classe com Reestabelecimento após falha e Multiplexação;

Classe 4: Classe com Detecção de Erros e Reestabelecimento após falha.

As conexões de transporte de classes 2, 3 e 4 podem multiplexar uma única conexão de rede.

A utilização de classes e opções é negociada entre as duas entidades de transporte durante o estabelecimento da conexão de transporte. Essa negociação de classes e opções vai depender da qualidade de serviço de rede que será utilizado; existem os seguintes tipos de conexão de rede:

Tipo A: Conexão de rede com uma taxa aceitável de erros residuais e uma taxa aceitável de erros sinalizados. Erro Residual é aquele ocorrido devido a "Ruído" na Comunicação, gerando alterações no conteúdo das informações trocadas. Erro Sinalizado é aquele ocorrido devido a problemas internos à rede e é sinalizado para os usuários da rede (Desconexão e Reinicialização).

Tipo B: Conexão de rede com uma taxa aceitável de erros residuais mas com uma taxa inaceitável de erros sinalizados;

Tipo C: Conexão de rede com uma taxa de erro inaceitável.

Deve-se observar que a mesma conexão de rede pode ser qualificada de maneira diferente, dependendo da aplicação que a utiliza. Por exemplo, uma aplicação que executa medidas estatísticas sobre um processo físico pode, sem problema algum, perder ou alterar algumas medidas devido a um problema na conexão de rede; o mesmo não pode acontecer com uma aplicação que executa a transferência de arquivos, onde a consistência dos dados deve ser completa; desta forma, a mesma conexão de rede é considerada Tipo A para a aplicação de medidas estatísticas e Tipo C para a aplicação de transferência de arquivos.

A Classe 0 proporciona a conexão de transporte mais simples e é totalmente compatível com a Recomendação S.70 [CCITT80a] utilizada no Serviço Teletex. Essa classe é utilizada em conexões de rede do tipo A.

A Classe 1 proporciona uma conexão de transporte básica com um número mínimo de "elementos supérfluos". Essa classe tem por objetivo principal permitir o reestabelecimento da conexão de transporte após uma liberação ou reinicialização da conexão de rede. Essa classe é utilizada em conexões de rede do tipo B.

A Classe 2 proporciona um meio para multiplexar várias conexões de transporte em uma única conexão de rede. Nessa classe, a utilização de controle de fluxo é opcional, podendo ser negociada no estabelecimento da conexão de transporte. Esse controle de fluxo evita congestionamento nos pontos extremos das conexões de transporte, devendo ser utilizado sempre que o tráfego das conexões de transporte for intenso e contínuo, e quando existir um grande número de conexões de transporte na Multiplexação. Essa classe é utilizada em conexões de rede do Tipo A.

A Classe 3 proporciona as características da Classe 2 mais a capacidade de recuperação após a ocorrência de desconexão ou reinicialização na conexão de rede. Essa classe é utilizada em conexões de rede do tipo B.

A Classe 4 proporciona as características da Classe 3 mais a capacidade de detecção e recuperação de erros gerados devido à baixa qualidade de serviço proporcionado pelo provedor de serviço de rede; detectam-se os seguintes erros: perda, duplicação, alteração de sequência e de conteúdo dos dados trocados. Essa classe oferece também a capacidade de aumentar a vazão dos dados e a garantia de manter ativa a comunicação através da utilização de diversas conexões de rede para uma mesma conexão de transporte (DIVISÃO). Essa classe é utilizada em conexões de rede do tipo C.

4.3. Procedimentos do Protocolo de Transporte

As classes de protocolos de transporte são compostas pelos seguintes procedimentos:

- Atribuição à Conexão de Rede;
- Transferência de Unidades de Dados de Protocolo de Transporte (UDPT);
- Segmentação e Montagem;
- Concatenação e Separação;
- Estabelecimento de Conexão;
- Rejeição de Conexão;
- Liberação Normal;
- Liberação após falha de rede;
- Associação de UDPTs com conexões de transporte;
- Numeração de UDPT de dados;
- Transferência de Dados Acelerados;
- Reatribuição após falha de rede;
- Armazenamento até o reconhecimento das UDPTs;
- Ressincronização;
- Multiplexação e Demultiplexação;
- Controle de Fluxo Explícito;
- Consistência por Soma de Controle;

- Congelamento de Referências;
- Retransmissão ao esgotar um período de temporização;
- Ressequenciação;
- Controle de Inatividade;
- Tratamento de Erros de Protocolo;
- Divisão e Recombinação.

A seguir, descreve-se cada procedimento em particular.

a) Atribuição à Conexão de Rede

Este procedimento possibilita atribuir conexões de transporte às conexões de rede. Cada conexão de transporte é atribuída a uma conexão de rede. O iniciador da conexão de transporte pode atribuir essa conexão a uma conexão de rede já existente e da qual ele é proprietário, isto é, que foi estabelecida a seu pedido; ele pode atribuir também a uma nova conexão de rede que será criada para esta finalidade.

b) Transferência de Unidade de Dados do Protocolo de Transporte (UDPT)

Este procedimento possibilita transferir Unidade de Dados do Protocolo de Transporte (controle ou dados) nos campos de dados de usuário das primitivas do Serviço de Rede: Envio de Dados Normais ou Acelerados; as primitivas de Envio de Dados Acelerados no Serviço de Rede só podem ser usadas na Classe 1, para o envio de blocos de dados acelerados de transporte (TED e TEA).

c) Segmentação e Montagem

Este procedimento possibilita segmentar uma UDST em diversos blocos TDTs sequenciais; possibilita também montar diversos blocos TDTs numa única UDST. Cada bloco TDT possui um campo indicando se aquele bloco é ou não o último segmento da UDST.

d) Concatenação e Separação

Este procedimento possibilita juntar diversas UDPTs em uma única UDSR; possibilita também separar uma UDSR em diversas UDPTs. Para que isso seja possível, cada UDPT possui um campo indicador de comprimento associado. Este procedimento é utilizado para otimizar o uso da conexão de rede.

e) Estabelecimento de Conexão

Este procedimento possibilita criar uma nova conexão de transporte entre duas entidades de transporte. O iniciante da conexão, atribui a conexão de transporte que está em processo de criação a uma conexão de rede. Em seguida, transmite um bloco TCR à outra entidade de transporte que responde com um bloco TCC. Durante esta fase, todas as informações necessárias para o funcionamento da conexão deverão ser trocadas ou negociadas.

As seguintes informações são trocadas:

- identificação da conexão de transporte;
- endereço de transporte (chamador e chamado);
- número de créditos iniciais (quando existir controle de fluxo);
- dados de usuário, etc.

As seguintes informações são negociadas:

- classe de protocolo a ser utilizada;
- tamanho da UDPT a ser utilizado;
- uso de formato normal ou ampliado para os dados;
- seleção de uso de controle de fluxo (só em Classe 2);
- seleção de uso de Dados Acelerados;
- seleção de uso de Consistência por Soma de Controle (só em Classe 4);
- parâmetros de qualidade de serviço, etc.

f) Rejeição de Conexão

Este procedimento possibilita rejeitar uma conexão de transporte em estabelecimento a pedido remoto. Uma entidade de transporte ao receber um bloco TCR analisa se existe possibilidade de aceitar essa nova conexão de transporte; se isto não for possível, ela envia o bloco TDR ou o bloco TER (no caso de erro no bloco TCR recebido) rejeitando a conexão remota.

g) Liberação Normal

Este procedimento possibilita liberar uma conexão de transporte já em andamento. Existem duas variantes de liberação :

- Implícita : para desconectar a conexão de transporte basta desconectar a conexão de rede a que está atribuída;
- Explícita : para desconectar a conexão de transporte a entidade de transporte envia o bloco TDR e espera a recepção do bloco TDC ou TDR (Colisão de desconexões).

Quando se utiliza a variante implícita, o tempo de duração da conexão de transporte está diretamente relacionado com o tempo de duração da conexão de rede. Quando se utiliza a variante explícita, a conexão de transporte pode ser liberada independentemente da conexão de rede; desta forma, a mesma conexão de rede pode ser usada para diversas conexões de transporte sequenciais.

h) Liberação após Falha de Rede

Este procedimento possibilita liberar a conexão de transporte sempre que ocorrer a desconexão ou a reinicialização da conexão de rede. Esse procedimento é utilizado em classes de protocolo que não possuem procedimento de recuperação após falha (Classes 0 e 2). Quando numa conexão de rede, a qual está atribuída a conexão de transporte, ocorrer uma desconexão ou reinicialização, as duas entidades de transporte considerarão que a conexão de transporte está liberada e notificarão a ocorrência aos usuários do serviço de transporte.

i) Associação de UDPTs com conexões de transporte

Este procedimento possibilita interpretar uma UDSR recebida como uma ou mais UDPTs e se possível, associar cada UDPT com uma conexão de transporte. Para isso, cada UDPT possui um campo de referência indicando a conexão de transporte a que pertence. Ao se receber um bloco de transporte, analisa-se seu campo de referência para se descobrir a qual conexão de transporte ele pertence. Se não estiver atribuído a nenhuma conexão de transporte, o bloco será tratado de maneira especial conforme o seu tipo; se o bloco recebido for um TDR, envia-se o bloco TDC confirmando a Desconexão Espúria; se o bloco recebido for um TCC, envia-se o bloco TDR liberando-se a conexão de transporte anormal; caso contrário, descarta-se o bloco.

j) Numeração das UDPTs de Dados

Este procedimento possibilita numerar cada UDPT de dados sequencialmente; essa numeração sequencial é utilizada nos procedimentos de reestabelecimento, controle de fluxo e ressequenciação. Uma entidade de transporte atribuirá o número sequencial zero ao primeiro bloco TDT que transmitir numa conexão de transporte. A partir daí, cada bloco TDT que esta envie sucessivamente pela mesma conexão de transporte conterá um número sequencial incrementado de um. Ao se retransmitir um bloco TDT, este terá o mesmo número de sequência que tinha quando foi transmitido pela primeira vez. Existem dois tipos de formato de numeração: Normal e Ampliada. Na numeração Normal utilizam-se sete bits, executando-se aritmética em módulo 128. Na numeração Ampliada utilizam-se trinta e um bits, executando-se aritmética em módulo "2**31".

k) Transferência de Dados Acelerados

Este procedimento possibilita transferir dados, sem que estes estejam sujeitos ao controle de fluxo dos dados normais; por isso, os dados acelerados podem ultrapassar os dados normais. Cada bloco de dados acelerados enviado (TED) deve ser confirmado com um bloco TEA, só podendo existir um único bloco TED esperando confirmação da entidade remota em cada sentido. A transferência de dados acelerados pode ser feita sobre as UDSR de Dados Normais ou Dados Acelerados (Só em Classe 1).

l) Reatribuição após Falha de Rede

Este procedimento possibilita associar a conexão de transporte a uma nova conexão de rede, quando ocorrer a sinalização pelo provedor do Serviço de Rede da ocorrência de liberação da conexão de rede associada à conexão de transporte. O iniciador da conexão de transporte ao receber essa indicação solicitará ao serviço de rede uma nova conexão de rede; quando esta estiver disponível, o iniciador reatribuirá a conexão de transporte à nova conexão de rede e sobre esta, iniciará o procedimento de ressincronização. A entidade de transporte respondedora esperará a entidade iniciadora executar os procedimentos de reatribuição e ressincronização e só aí reatribuirá a conexão de transporte à nova conexão de rede.

m) Armazenamento até o reconhecimento das UDPTs

Este procedimento possibilita armazenar cópias das UDPTs que podem ser retransmitidas devido a uma possível perda na rede. As seguintes UDPTs são armazenadas : TCR, TCC, TDR, TDT e TED. Esse armazenamento é feito até que se receba a confirmação associada ou ocorrer a liberação da conexão de transporte.

n) Ressincronização

Este procedimento possibilita recolocar a conexão de transporte na condição normal de funcionamento após ter ocorrido uma reinicialização na conexão de rede associada à conexão de transporte ou durante a reatribuição após falha quando tiver ocorrido uma desconexão da conexão de rede associada à conexão de transporte. A entidade de transporte iniciadora da conexão de transporte executa uma Ressincronização Ativa enquanto a outra executa uma Ressincronização Passiva. Na Ressincronização Ativa, se existir bloco de controle esperando confirmação, a entidade de transporte o retransmitirá (TCR ou TDR); caso contrário, a entidade de transporte iniciará a ressincronização de dados, que consiste em se enviar um bloco TRJ solicitando o próximo bloco TDT esperado. Na Ressincronização Passiva a entidade de transporte não enviará nenhum bloco de transporte até que receba um bloco da outra entidade; se receber um bloco TDR, envia-se um bloco TDC confirmando-se a liberação da conexão de transporte; se receber um bloco TCR, retransmite-se o bloco TCC confirmando-se o estabelecimento da conexão de transporte; se receber um bloco TRJ e a entidade de transporte estiver no estado de desconexão, retransmite-se o bloco TDR; se receber um bloco TRJ e a entidade de transporte estiver no estado de transferência de dados, envia-se o bloco TRJ indicando o próximo bloco TDT esperado e retransmite-se todos os blocos TED e TDTs ainda não confirmados.

o) Multiplexação e Demultiplexação

Este procedimento possibilita multiplexar várias conexões de transporte em uma mesma conexão de rede. Isso é feito através do uso de um identificador de conexão de transporte colocado em cada bloco de transporte trocado. O uso da multiplexação possibilita um melhor aproveitamento da conexão de rede.

p) Controle de Fluxo Explícito

Este procedimento possibilita controlar o fluxo de dados normais emitidos pela entidade remota. Isso é feito através do uso do mecanismo de créditos : cada entidade de transporte passa para a entidade remota o número de blocos de dados normais TDTs que está disposta a receber num determinado instante; a entidade transmissora não pode ultrapassar esse limite.

q) Consistência por Soma de Controle

Este procedimento possibilita detectar alteração do conteúdo de Unidades de Dados do Protocolo de Transporte pelo provedor do Serviço de Rede. Isso é feito através do uso do mecanismo de verificação de redundância : cada bloco de transporte é enviado com um campo contendo o resultado dos cálculos polinomiais feitos sobre o conteúdo daquele bloco; a entidade receptora executa os mesmos cálculos e faz a comparação do resultado calculado com o campo recebido. Se estiver igual, o bloco é considerado normal; caso contrário, o bloco é considerado alterado.

r) Congelamento de Referências

Este procedimento possibilita congelar temporariamente um número de referência de uma conexão de transporte, após sua liberação, para evitar que blocos de transporte retransmitidos numa conexão de transporte já finalizada não sejam misturados com blocos de transporte de novas conexões. Esse congelamento é feito por um tempo tal que garanta que não chegará posteriormente outros blocos de transporte com o mesmo número de referência.

s) Retransmissão ao esgotar um período de Temporização

Este procedimento possibilita detectar perda de Unidade de Dados de Protocolo de Transporte não sinalizada pelo provedor do Serviço de Rede. Isso é feito através da temporização de todo bloco de transporte transmitido; ao esgotar essa temporização a retransmissão do bloco é feita automaticamente; se o bloco for confirmado normalmente, desliga-se essa temporização.

t) Ressequenciação

Este procedimento possibilita reordenar Unidade de Dados de Protocolo de Transporte, ordenadas incorretamente pelo provedor do Serviço de Rede. Isso é feito através do uso de um número de sequência em todo bloco de transporte trocado entre as entidades de transporte.

u) Controle de Inatividade

Este procedimento possibilita detectar o rompimento da conexão de rede sem ter sido sinalizada pelo Provedor do Serviço de Rede. Isso é feito através da temporização do período de inatividade na conexão de rede; as entidades de transporte, sempre que não tiverem dados para enviar na conexão de rede, enviam de tempos em tempos blocos neutros (TAK) só para indicar que a conexão de rede se mantém ativa.

v) Tratamento de Erros de Protocolo

Este procedimento possibilita tratar as Unidades de Dados do Protocolo de Transporte recebidas incorretamente. Dependendo do caso de erro ocorrido, pode-se tomar uma das seguintes ações :

- ignorar a UDPT incorreta;
- transmitir um bloco de erro TER contendo o bloco recebido incorretamente;
- reinicializar ou liberar a conexão de rede;
- liberar a conexão de transporte.

x) Divisão e Recombinação

Este procedimento possibilita que uma única conexão de transporte possa utilizar diversas conexões de rede simultaneamente, aumentando assim a vazão dos dados enviados e recebidos, e aumentando também a tolerância a falhas de conexões de rede.

4.4. Descrição das Classes de Protocolo de Transporte

Neste item, mostram-se quais são os procedimentos do Protocolo de Transporte que compõem cada classe.

4.4.1. Descrição da Classe 0 : Classe Simples

A Classe 0 proporciona somente as funções necessárias para o estabelecimento da conexão de transporte com negociação, transferência de dados com segmentação e aviso de erro de protocolo. A Classe 0 proporciona conexões de transporte com controle de fluxo baseado no controle de fluxo proporcionado pelo serviço de rede, e desconexão baseada na desconexão do serviço de rede. O tempo de existência da conexão de transporte coincide com o tempo de existência da conexão de rede.

A Classe 0 possui os seguintes procedimentos :

- Transferência de UDPTs;
- Associação de UDPTs com conexões de transporte;
- Tratamento de Erros de Protocolo;
- Atribuição à Conexão de Rede;
- Estabelecimento de Conexão;
- Rejeição de Conexão;
- Segmentação e Montagem;
- Liberação Normal, variante Implícita;
- Liberação após falha de rede.

No estabelecimento da conexão de transporte não é permitida a transferência de dados de usuário.

4.4.2. Descrição da Classe 1 : Classe Básica com Reestabelecimento após falha

A Classe 1 proporciona a funcionalidade da Classe 0 mais a desconexão explícita e a possibilidade de reestabelecimento após falha de rede. Esta classe proporciona as funções necessárias para o estabelecimento da conexão de transporte com negociação, transferência de dados com segmentação, transferência de dados acelerados, desconexão explícita, reestabelecimento após falha de rede e aviso de erro de protocolo. Esta classe proporciona conexões de transporte com controle de fluxo baseado no controle de fluxo proporcionado pelo Serviço de Rede. Devido ao uso da desconexão explícita, é possível a utilização de diversas conexões de transporte consecutivas numa mesma conexão de rede.

A Classe 1 possui os seguintes procedimentos :

- Transferência de UDPTs;
- Associação de UDPT com conexões de transporte;
- Tratamento de Erros de Protocolo;
- Atribuição à Conexão de Rede;
- Estabelecimento de Conexão;
- Rejeição de Conexão;
- Segmentação e Montagem;
- Liberação Normal, variante Explícita;
- Concatenação e Separação;
- Numeração de UDPTs de dados;
- Transferência de Dados Acelerados (Opcional);
- Armazenamento até o reconhecimento das UDPTs;
- Reatribuição após falha de rede;
- Ressincronização;
- Congelamento de Referências.

Na Classe 1 existe a possibilidade de transferir Dados Acelerados utilizando-se os dados normais do Serviço de Rede e os Dados Acelerados do Serviço de Rede.

4.4.3. Descrição da Classe 2 : Classe com Multiplexação

A Classe 2 proporciona conexões de transporte multiplexadas numa mesma conexão de rede; proporciona a transferência de dados com ou sem controle de fluxo individual e não proporciona reestabelecimento após falha de rede; proporciona a transferência de dados acelerados, desde que exista o uso do controle de fluxo.

A Classe 2 possui os seguintes procedimentos :

- Transferência de UDPTs;
- Associação de UDPT com conexões de transporte;
- Tratamento de Erros de Protocolo;
- Atribuição à Conexão de Rede;
- Estabelecimento de Conexão;
- Rejeição de Conexão;
- Segmentação e Montagem;
- Liberação Normal, variante Explícita;
- Concatenação e Separação;
- Numeração de UDPTs de dados (só quando existir controle de fluxo);
- Controle de Fluxo (Opcional);
- Transferência de Dados Acelerados (Opcional - Só quando existir Controle de Fluxo);
- Multiplexação e Demultiplexação;
- Liberação após falha de rede.

Na Classe 2 não é permitida a redução de créditos no controle de fluxo; a transferência de Dados Acelerados só é possível utilizando-se os Dados Normais do Serviço de Rede.

4.4.4. Descrição da Classe 3 : Classe com Reestabelecimento após falha e Multiplexação

A Classe 3 proporciona a funcionalidade da Classe 2 (com utilização de controle de fluxo explícito) mais a possibilidade de reestabelecimento após falha de rede.

A Classe 3 possui os seguintes procedimentos :

- Transferência de UDPTs;
- Associação de UDPT com conexões de transporte;
- Tratamento de Erros de Protocolo;
- Atribuição à Conexão de Rede;
- Estabelecimento de Conexão;
- Rejeição de Conexão;
- Segmentação e Montagem;
- Liberação Normal, variante Explícita;
- Concatenação e Separação;
- Numeração de UDPTs de dados;
- Controle de Fluxo;
- Transferência de Dados Acelerados (Opcional);
- Multiplexação e Demultiplexação;
- Armazenamento até o reconhecimento das UDPTs;
- Reatribuição após falha de rede;
- Ressincronização;
- Congelamento de Referências.

Na Classe 3 é permitida a redução de créditos no controle de fluxo.

4.4.5. Descrição da Classe 4 : Classe com Detecção de Erros e Reestabelecimento após falha

A Classe 4 proporciona a funcionalidade da Classe 3 mais a possibilidade de detecção de erro, tais como perda, duplicação, alteração de sequência ou de conteúdo das UDPTs; possibilita o reestabelecimento após essa detecção. Essa detecção de erro é feita através do uso de mecanismos de numeração de sequência, temporização e consistência por soma de controle. Esta classe oferece ainda uma tolerância adicional a falhas da rede e um aumento da capacidade de vazão de informação devido ao uso dos procedimentos de Divisão e Recombinação.

A Classe 4 possui os seguintes procedimentos :

- Transferência de UDPTs;
- Associação de UDPT com conexões de transporte;
- Tratamento de Erros de Protocolo;
- Atribuição à Conexão de Rede;
- Estabelecimento de Conexão;
- Rejeição de Conexão;
- Segmentação e Montagem;
- Liberação Normal, variante Explícita;
- Concatenação e Separação;
- Numeração de UDPTs de dados;
- Controle de Fluxo;
- Transferência de Dados Acelerados (Opcional);
- Multiplexação e Demultiplexação;
- Armazenamento até o reconhecimento das UDPTs;
- Congelamento de Referências;
- Consistência por Soma de Controle;
- Retransmissão ao esgotar um período de temporização;
- Ressequencição;
- Controle de Inatividade;
- Divisão e Recombinação (Opcional).

O estabelecimento da conexão de transporte de Classe 4 é feito de maneira especial para dar mais garantia à conexão; utiliza-se o mecanismo de intercâmbio de três UDPTs, também conhecido como "Three-Way Handshake" (Ver Fig.4.2). Esse mecanismo evita que se estabeleça uma conexão de transporte com um bloco TCR anormal retransmitido na rede.

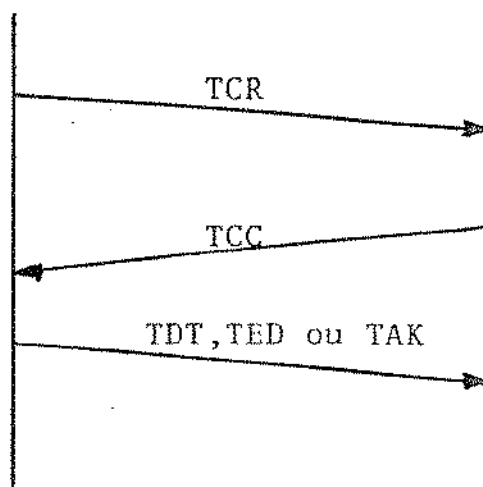


Figura 4.2 : Estabelecimento de Conexão em Classe 4.

4.4.6. Distribuição dos Procedimentos de Transporte nas Classes de Protocolo

Na Tabela 4.1, mostra-se a distribuição dos Procedimentos de Transporte nas Classes de Protocolo. Utilizam-se os seguintes símbolos :

- * : Procedimento sempre incluído na classe;
- m : Procedimento negociável, cuja realização no equipamento é obrigatória;
- o : Procedimento negociável, cuja realização no equipamento é opcional;
- em branco : não incluído na classe.

Tabela 4.1 : Distribuição dos Procedimentos de Transporte nas Classes de Protocolo.

Procedimentos	Ref.ao Item4.3	Variante	Classes				
			0	1	2	3	4
Atribuição à Conexão de Rede	a		*	*	*	*	*
Transferência de UDPT	b		*	*	*	*	*
Segmentação e Montagem	c		*	*	*	*	*
Concatenação e Separação	d			*	*	*	*
Estabelecimento de Conexão	e		*	*	*	*	*
Rejeição de Conexão	f		*	*	*	*	*
Liberação Normal	g	Implícita Explícita	*	*	*	*	*
Liberação após falha de rede	h		*		*		
Associação de UDPTs com CTs	i		*	*	*	*	*
Numeração de UDPTs de Dados	j	Normal Ampliada		*	m o	m o	m o
Transferência de Dados Acelerados	k	Normal de Rede Acelerado de Rede		m o	m	m	m
Reatribuição após falha de rede	l			*		*	
Armazenamento até reconhecimento das UDPTs	m	Rede TAK		o m		*	*
Ressincronização	n			*		*	
Multiplexação e Demultiplexação	o				*	*	m
Controle de Fluxo Explícito (COM) (SEM)	p		*	*	m o	*	*
Consistência por Soma de Controle (COM) (SEM)	q		*	*	*	*	m o
Congelamento de Referências	r			*		*	*
Retransmissão após Temporização	s						*
Ressequenciação	t						*
Controle de Inatividade	u						*
Tratamento de Erros de Protocolo	v		*	*	*	*	*
Divisão e Recombinação	x						m

4.5. Formato dos Blocos de Transporte (UDPT)

Neste item, mostram-se os formatos das Unidades de Dados de Protocolo de Transporte.

Todas as UDPTs devem conter um número inteiro de octetos. A numeração dos octetos nas UDPTs começa com 1 e aumenta sequencialmente. Os bits de um octeto são numerados de 1 a 8, sendo o bit 1 o bit de ordem inferior.

Na Tabela 4.2. mostra-se o conjunto de UDPTs, seus respectivos códigos e a quais classes se aplicam.

Tabela 4.2 : Codificação das UDPTs.

Tipos de UDPT		Válido dentro das classes					Código
		0	1	2	3	4	
Solicitação de Conexão	TCR	X	X	X	X	X	1110XXXX
Confirmação de Conexão	TCC	X	X	X	X	X	1101XXXX
Solicitação de Desconexão	TDR	X	X	X	X	X	10000000
Confirmação de Desconexão	TDC		X	X	X	X	11000000
Dados Normais	TDT	X	X	X	X	X	11110000
Dados Acelerados	TED		X	NF	X	X	00010000
Reconhecimento de Dados Normais	TAK		NRC	NF	X	X	0110XXXX
Reconhecimento de Dados Aceler.	TEA		X	NF	X	X	00100000
Rejeição de Dados	TRJ		X		X		0101XXXX
Erro	TER	X	X	X	X	X	01110000
Identificador de Protocolo	TPI	X	X	X	X	X	00000001

X : aplicável na classe

em branco : não aplicável na classe

NF : não aplicável quando não se utiliza o controle de fluxo

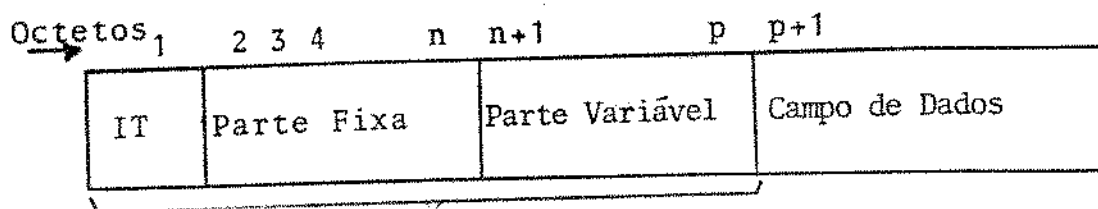
NRC : não aplicável quando se tenha optado pela confirmação de recepção através da rede

XXXX : créditos

As UDPTs possuem os seguintes elementos :

- a) Cabeçalho, com os seguintes campos :
- campo indicador de tamanho do cabeçalho;
 - parte fixa;
 - parte variável (se existir).
- b) Campo de Dados (se existir).

Essa estrutura é mostrada na figura 4.3.



4.5.1. Parâmetros da Parte Variável dos Blocos de Transporte

A Parte Variável possui parâmetros que seguem a estrutura mostrada na figura 4.4.

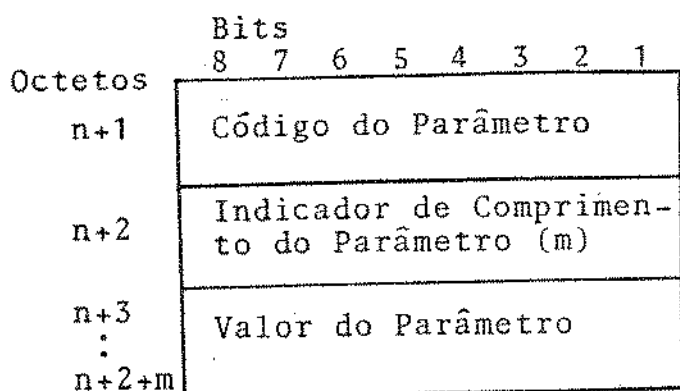


Figura 4.4 : Estrutura dos Parâmetros da Parte Variável do Bloco de Transporte.

Existem os seguintes tipos de Parâmetros :

- a) Soma de Controle :
 - utilizado em todos os blocos, com exceção dos blocos TRJ e TPI;
 - utilizado em Classe 4 para a execução do Procedimento de Consistência por Soma de Controle;
- b) Indicador de Ponto de Acesso ao Serviço de Transporte :
 - utilizado nos blocos TCR e TCC;
 - indica os pontos de acesso ao Serviço de Transporte chamador e chamado;
- c) Tamanho das UDPTs :
 - utilizado nos blocos TCR e TCC;
 - define o tamanho máximo das UDPTs a serem utilizadas;
- d) Número de Versão :
 - utilizado no bloco TCR;
 - indica o número de versão do protocolo de transporte a ser utilizado;

-
- e) Parâmetros de Segurança :
- utilizado nos blocos TCR e TCC;
 - indica os parâmetros de segurança desejados pelo usuário;
- f) Seleção de Opção Adicional :
- utilizado nos blocos TCR e TCC;
 - indica quais são as opções adicionais a serem utilizadas, tais como: Dados Acelerados, Soma de Controle, Uso de Dados Acelerados de Rede e Uso de Confirmação de Recepção através da Rede;
- g) Classes de Protocolos Alternativas :
- utilizado no bloco TCR;
 - indica as classes de protocolos alternativas que podem ser utilizadas;
- h) Tempo de Reconhecimento de Recepção :
- utilizado nos blocos TCR e TCC;
 - utilizado em Classe 4 para indicar o tempo a ser utilizado no reconhecimento dos blocos recebidos;
- i) Vazão :
- utilizado nos blocos TCR e TCC;
 - utilizado para indicar a vazão desejada nos dados da conexão;
- j) Taxa de Erros Residuais :
- utilizado nos blocos TCR e TCC;
 - indica a taxa de erros residuais desejada na conexão;
- k) Prioridade :
- utilizado nos blocos TCR e TCC;
 - indica a prioridade a ser dada para aquela conexão;
- l) Tempo de Trânsito :
- utilizado nos blocos TCR e TCC;
 - indica o tempo de trânsito desejado sobre aquela conexão;
- m) Tempo de Reatribuição :
- utilizado nos blocos TCR e TCC;
 - utilizado em Classes 1 e 3 para indicar o tempo máximo para ser executado o procedimento de Reatribuição;

n) Informação Adicional :

- utilizado no bloco TDR;
- transporta informações adicionais de usuário relativas à liberação da conexão;

o) Número de Sequência :

- utilizado no bloco TAK;
- utilizado em Classe 4 para indicar a sequência correta de processamento dos blocos TAKs recebidos; esse parâmetro é necessário quando utiliza-se o procedimento de Divisão;

p) Confirmação de Controle de Fluxo :

- utilizado no bloco TAK;
- utilizado em Classe 4 para transportar uma cópia das informações recebidas num bloco TAK para permitir a entidade de transporte transmissora do bloco TAK certificar-se do estado da entidade de transporte receptora;

q) UDPT inválida :

- utilizado no bloco TER;
- Utilizado para transportar a configuração dos bits do cabeçalho da UDPT recebida com erro;

r) Compartição de Protocolos :

- utilizado no bloco TPI;
- utilizado para indicar a lista de tipos de protocolos que são compartilhados numa mesma conexão de rede.

4.5.2. Estrutura dos Blocos de Transporte

A seguir mostram-se as estruturas dos blocos de transporte : TCR (Fig.4.5), TCC (Fig.4.6), TDR (Fig.4.7), TDC (Fig.4.8), TDT (Fig.4.9), TED (Fig.4.10), TAK (Fig.4.11), TEA (Fig.4.12), TRJ (Fig.4.13), TER (Fig.4.14) e TPI (Fig.4.15).

1	2	3	4	5	6	7	8	p	p+1
IT	TCR	REF-DST	REF-ORG	Classe e Opções	Parte Variável	Dados de Usuário			
	1110 CDT	00000000 00000000							

Campos :

- IT : indicador de tamanho;
- TCR : identificador do bloco TCR;
- CDT : crédito inicial;
- REF-DST : referência de destino (zero);
- REF-ORG : referência de origem, selecionada pela entidade de transporte que inicia a conexão;
- Classe e Opções : - campo de classe de protocolo de transporte desejada na conexão (bits 8 a 5)
valores : 0000 = classe 0
0001 = classe 1
0010 = classe 2
0011 = classe 3
0100 = classe 4
- campo de opções desejadas na conexão (bits 4 a 1) : uso de formato de numeração sequencial NORMAL ou AMPLIADO e uso de controle de fluxo explícito;
- Parte Variável : parâmetros mostrados no item 4.5.1 (a,b,c,d,e, f,g,h,i,j,k,l e m);
- Dados de Usuário : campo de dados de usuário que pode transportar até 32 octetos;
- OBS : não é permitido em classe 0.

Figura 4.5 : Formato do bloco TCR.

1	2	3	4	5	6	7	8	p	p+1
IT	TCC 1101 CDT	REF-DST		REF-ORG		Classe e Opções	Parte Variável	Dados de Usuário	

Campos :

IT : indicador de tamanho;
 TCC : identificador do bloco TCC;
 CDT : crédito inicial;
 REF-DST : referência de destino da entidade de transporte chamadora;
 REF-ORG : referência de origem, selecionada pela entidade de transporte chamada;
 Classe e Opções : campos de classe e opções;
 OBS : idem ao bloco TCR;
 Parte Variável : parâmetros mostrados no item 4.5.1 (a,b,c,e,f,h,i,j,k,l e m);
 Dados de Usuário : campo de dados de usuário;
 OBS : idem ao bloco TCR.

Figura 4.6 : Formato do bloco TCC.

1	2	3	4	5	6	7	8	p	p+1
IT	TDR 10000000	REF-DST		REF-ORG		Motivo	Parte Variável		Dados de Usuário

Campos :

IT : indicador de tamanho;
TDR : identificador do bloco TDR;
REF-DST : referência de destino;
REF-ORG : referência de origem;
MOTIVO : razão pela qual libera-se a conexão de transporte;
Parte Variável : parâmetros mostrados no item 4.5.1 (a e n : Soma de Controle e Informação Adicional);
Dados de Usuário : campo de dados de usuário que pode transportar até 64 octetos;
OBS : não é permitido em classe 0.

Figura 4.7 : Formato do bloco TDR.

1	2	3	4	5	6	7	P
IT	TDC 11000000	REF-DST		REF-ORG		Parte Variável	

Campos :

IT : indicador de tamanho;
TDC : identificador do bloco TDC;
REF-DST : referência de destino;
REF-ORG : referência de origem;
Parte Variável : parâmetro "a" mostrado no item 4.5.1 (Soma de Controle).

Figura 4.8 : Formato do bloco TDC.

1	2	3	4
IT	TDT 11110000	F D T NR-UDPT	Dados de Usuário

Formato Normal para as classes 0 e 1 (Obs: Sem Multiplexação)

1	2	3	4	5	6	p	p+1
IT	TDT 11110000	REF-DST	F D T NR-UDPT		Parte Variável		Dados de Usuário

Formato Normal para as classes 2,3 e 4 (Obs : Com Multiplexação)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	p	p+1
IT	TDT 11110000	REF-DST	F D T NR-UDPT						Parte Variável	Dados de Usuário

Formato Ampliado para as classes 2,3 e 4 (Obs : Com Multiplexação)

Campos :

IT : indicador de tamanho;

TDT : identificador do bloco TDT;

REF-DST : referência de destino;

FDT : indicador de fim de dados da UDST (oitavo bit);

NR-UDPT : número de sequência de emissão do bloco TDT;
OBS : em classe 0 é zerado;

Parte Variável : parâmetro "a" mostrado no item 4.5.1 (Soma de Controle);

Dados de Usuário : campo de dados de usuário.

Figura 4.9 : Formato dos blocos TDTs.

1	2	3	4	5	6	p	p+1
IT	TED 00010000	REF-DST	F D T	NR-UDPT- ED	Parte Variável	Dados de Usuário	

Formato Normal

1	2	3	4	5	6	7	8	9	p	p+1
IT	TED 00010000	REF-DST	F D T	NR-UDPT- ED	Parte Variável	Dados de Usuário				

Formato Ampliado

Campos :

IT : indicador de tamanho;

TED : identificador do bloco TED;

REF-DST : referência de destino;

FDT : indicador de fim de dados da UDST (oitavo bit);
OBS : sempre igual a 1;

NR-UDPT-ED : número de sequência de emissão do bloco TED;

Parte Variável : parâmetro "a" mostrado no item 4.5.1 (Soma de Controle);

Dados de Usuário : campo de dados de usuário que pode conter de 1 a 16 octetos.

Figura 4.10 : Formato dos blocos TEDs.

1	2	3	4	5	6	p
IT	TAK 0110	CDT	REF-DST	0	NR-VT-UT	Parte Variável

Formato Normal

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	p
IT	TAK 0110	0000	REF-DST	0	NR-VT-UT			C	D	T	Parte Variável

Formato Ampliado

Campos :

IT : indicador de tamanho;

TAK : identificador do bloco TAK;

CDT : número de créditos;

REF-DST : referência de destino;

NR-VT-UT : número de sequência do próximo bloco TDT esperado;

Parte Variável : parâmetros mostrados no item 4.5.1 (a,o e p: Soma de Controle, Número de Sequência e Confirmação de Controle de Fluxo).

Figura 4.11 : Formato dos blocos TAKs.

1	2	3	4	5	6	p
IT	TEA 00100000	REF-DST	0	NR-VT-UT -ED	Parte Variável	

Formato Normal

1	2	3	4	5	6	7	8	9	p
IT	TEA 00100000	REF-DST	0	NR-VT-UT-ED	Parte Variável				

Formato Ampliado

Campos :

IT : indicador de tamanho;
 TEA : identificador do bloco TEA;
 REF-DST : referência de destino;
 NR-VT-UT-ED : número de sequência do bloco TED sendo confirmado;
 Parte Variável : parâmetro "a" mostrado no item 4.5.1 (Soma de Con-
 trole).

Figura 4.12 : Formato dos blocos TEAs.

1	2	3	4	5
IT	TRJ 0101	REF-DST	0	NR-VT-UT

Formato Normal

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
IT	TRJ 01010000	REF-DST	0	NR-VT-UT				C	D T

Formato Ampliado

Campos :

IT : indicador de tamanho;
 TRJ : identificador do bloco TRJ;
 CDT : número de créditos;
 REF-DST : referência de destino;
 NR-VT-UT : número de sequência do próximo bloco TDT esperado.

Figura 4.13 : Formato dos blocos TRJs.

1	2	3	4	5	6	p
IT	TER 01110000	REF-DST	CAUSA	Parte Variável		

Campos :

IT : indicador de tamanho;
 TER : identificador do bloco TER;
 REF-DST : referência de destino;
 CAUSA : causa do erro;
 Parte Variável : parâmetros "a" e "q" mostrados no item 4.5.1
 (Soma de Controle e UDPT Inválida).

Figura 4.14 : Formato do bloco TER.

1

ID-PRT
00000010

Serviço Teletex

1	2	3	4	5	P
IT	TPI 00000001	ID-PRT	Compartição	Parte Variável	

Serviço OSI

Campos :

- IT : indicador de tamanho;
- TPI : identificador do bloco TPI;
- ID-PRT : identificador de protocolo;
- valores : 00000010 = Protocolo de Transporte para
Serviço Teletex;
- 00000001 = Protocolo de Transporte para
Interconexão de Sistemas
Abertos;
- Compartição : indicador de compartição de mais de um tipo de
protocolo na mesma conexão de rede;
- Parte Variável : parâmetro "r" mostrado no item 4.5.1 (Compartição
de Protocolos).
- OBS : este bloco é transportado dentro dos dados de usuário da pri
mitiva de Solicitação de Conexão de Rede do Serviço de Rede.

Figura 4.15 : Formato dos blocos TPis.

CAPÍTULO 5

A ESTAÇÃO DE TRANSPORTE DE DADOS (ETR)

5. A ESTAÇÃO DE TRANSPORTE DE DADOS (ETR)

Neste capítulo mostra-se como foi implementada a Estação de Transporte de Dados (ETR); mostram-se todas as camadas lógicas que formam a ETR, assim como todos os processos de aplicação integrantes do Software Aplicativo da ETR.

5.1. Descrição da ETR

A ETR permite o acesso de terminais ou computadores às redes de comutação de pacotes; a ETR executa os quatro primeiros níveis de protocolo do Modelo de Referência OSI; os três primeiros níveis foram implementados utilizando-se a Recomendação X.25 do CCITT [CCITT80b], que é o protocolo normal de acesso às redes de pacotes; o quarto nível foi implementado utilizando-se a Recomendação X.224 do CCITT [CCITT82c]. Desta forma, a ETR possibilita que "Terminais não Inteligentes" tenham acesso à rede de pacotes; possibilita também a eliminação da implementação desses quatro níveis nos computadores, tornando desnecessário o desenvolvimento específico desse software para cada tipo de máquina e eliminando, portanto, grande parte do seu processamento. Visto pela rede, a ETR é um assinante modo pacote normal, não existindo nenhum vínculo de supervisão e controle da rede sobre a ETR, sendo um equipamento totalmente autônomo (Ver Fig.5.1).

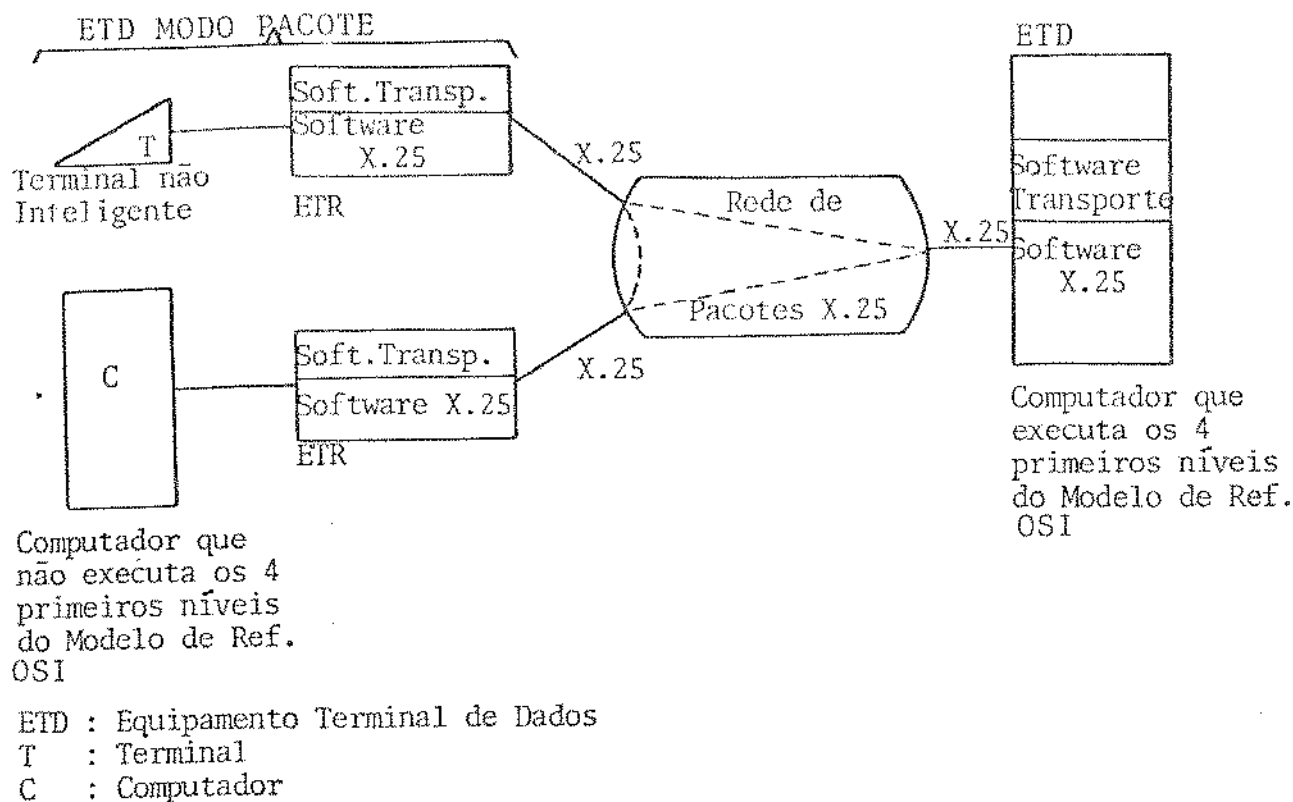


Figura 5.1 : A utilização da ETR.

A ETR executa grande parte das funções da Camada de Transporte do Modelo de Referência OSI, melhorando assim a qualidade na comunicação entre sistemas. A ETR executa os procedimentos existentes nas Classes 0, 1, 2 e 3 do Protocolo de Transporte. Não foi implementada a Classe 4 devido à limitação de memória existente na ETR e também ao fato de que a Rede Nacional de Pacotes de Suporte da Camada de Transporte é bastante confiável, por ter um funcionamento externo e interno do tipo Circuito Virtual, não ocorrendo erros de duplicação, troca de sequência, deteriorização e perda de sinalização de eventos ocorridos na rede; assim, os procedimentos das Classes 0, 1, 2 e 3 são suficientes para a maioria das aplicações usuárias da ETR.

A ETR possibilita o acesso de quatro terminais/computadores à rede de pacotes; esse número de portas de acesso é uma limitação do hardware; essa limitação não existe no software aplicativo, sendo possível parametrizar em software um número qualquer de entradas na ETR (Ver Fig.5.2).

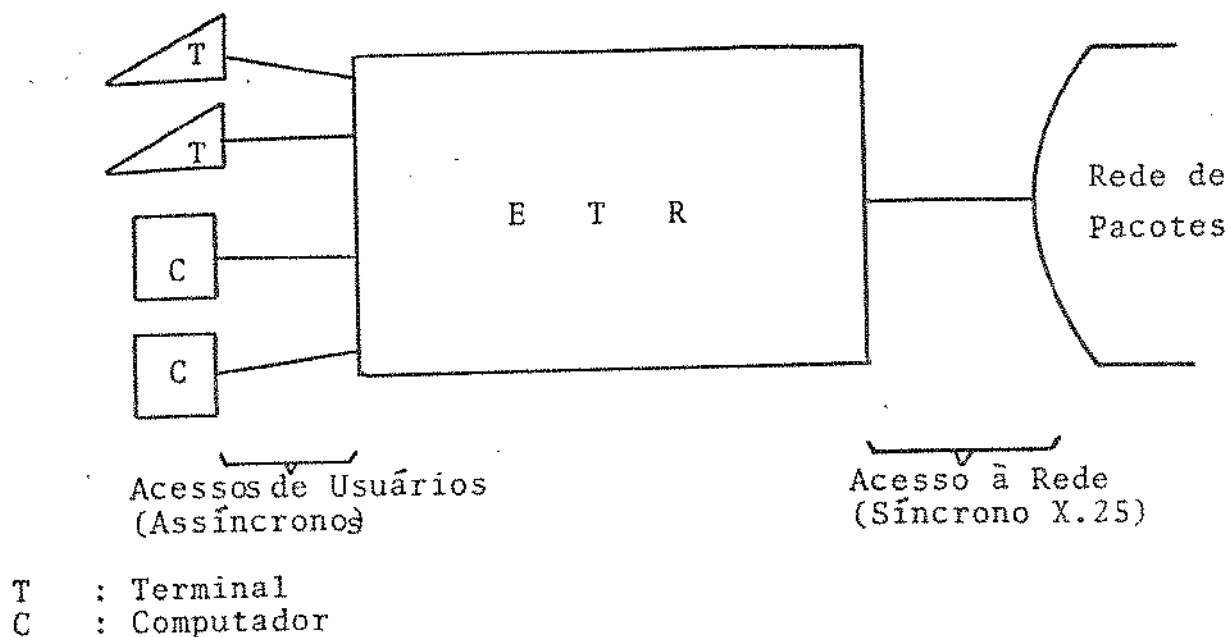
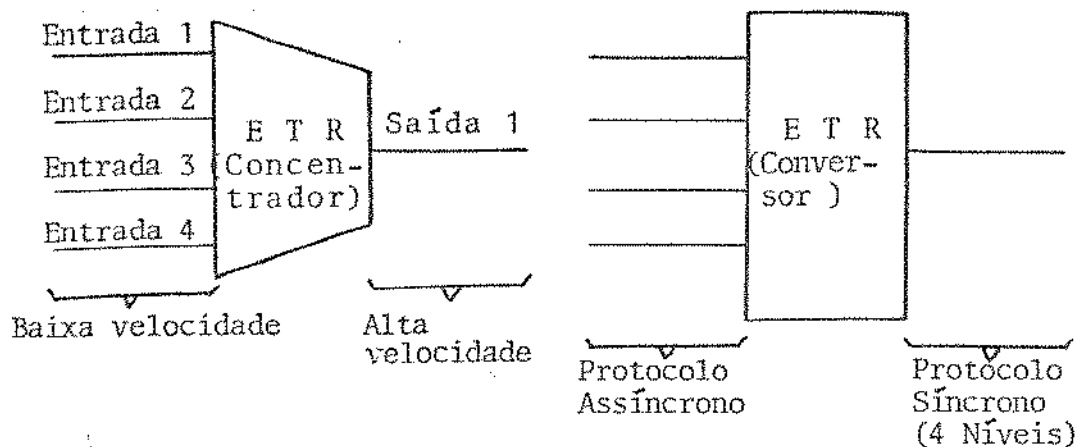


Figura 5.2 : Acessos da Estação de Transporte de Dados.

O acesso dos usuários é feito através de linhas assíncronas de baixa velocidade. O acesso à rede é feito através de uma linha síncrona de alta velocidade. Desta forma, a ETR também pode ser vista como um concentrador de quatro entradas de baixa velocidade com uma saída de alta velocidade (Ver Fig.5.3.a). A ETR também pode ser vista como um Conversor de Protocolo Assíncrono para Síncrono (com quatro níveis de protocolo) (Ver Fig.5.3.b).



a) Visualização da Função de Concentração da ETR

b) Visualização da Função de Conversão da ETR

Figura 5.3 : Funções desempenhadas pela ETR : Concentração e Conversão.

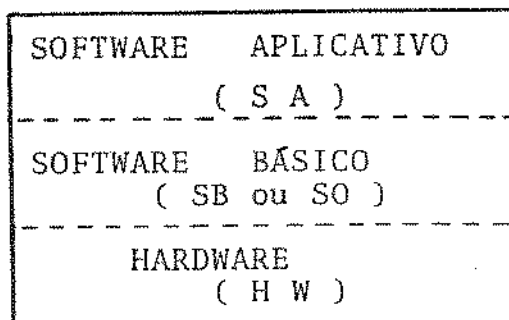


Figura 5.5 : Divisão Lógica da ETR em camadas.

O Hardware e o Software Básico utilizados na ETR foram aproveitados do equipamento PAD do Projeto Rexpac do CPqD-Telebrás. Alguns processos do Software Aplicativo da ETR foram aproveitados do equipamento Conversor de Protocolo X.25 (CX.25) do CPqD-Telebrás [EMIL84].

5.2. O Hardware da ETR

O Hardware utilizado na ETR foi aproveitado do equipamento PAD do Projeto Rexpac do CPqD - Telebrás; esse Hardware é baseado no microprocessador de 8 bits Intel 8085A (Ver Fig.5.6).

Possui quatro acessos assíncronos do tipo "start-stop" com taxa de até 1200 Bps, "Full-Duplex", com interface completa para modem (Acessos de Usuários). A entrada de caracteres nesse acesso é feita por interrupção.

Possui um acesso síncrono do tipo "HDLC" (com inserção e retirada de "flags" e "bit-stuffing", geração e teste de CRC, etc), com taxa de até 9600 Bps, "Full-Duplex", com interface completa para modem (linha X.25 de acesso à rede de pacotes). A entrada de bytes nesse acesso é feita por DMA.

Possui também um acesso assíncrono do tipo "start-stop" de até 9600 Bps, "Full-Duplex", para acesso de console de operação e uma interface completa para um acionador de "floppy-disk". O Carregamento do Software Básico e do Software Aplicativo é executado através do "floppy-disk" utilizando-se um monitor de depuração.

O Sistema possui uma base de tempo (interrupção a cada 10 mseg) para processamento em tempo real. Possui também 64 Kbytes de memória RAM dinâmica, 4 Kbytes de memória EPROM intercambiável com a RAM nos primeiros 4 Kbytes de endereçamento. Na EPROM existe o monitor de depuração e na RAM são carregados o Software Básico e o Software Aplicativo.

Na porta assíncrona, a ETR recebe e envia caracteres de 8 bits, sem manipular o bit de paridade. Os caracteres trocados seguem o Alfabeto Internacional Número 5 (IA5) descrito na Recomendação V.3 do CCITT [CCITT72]; esses caracteres são os próprios caracteres ASCII.

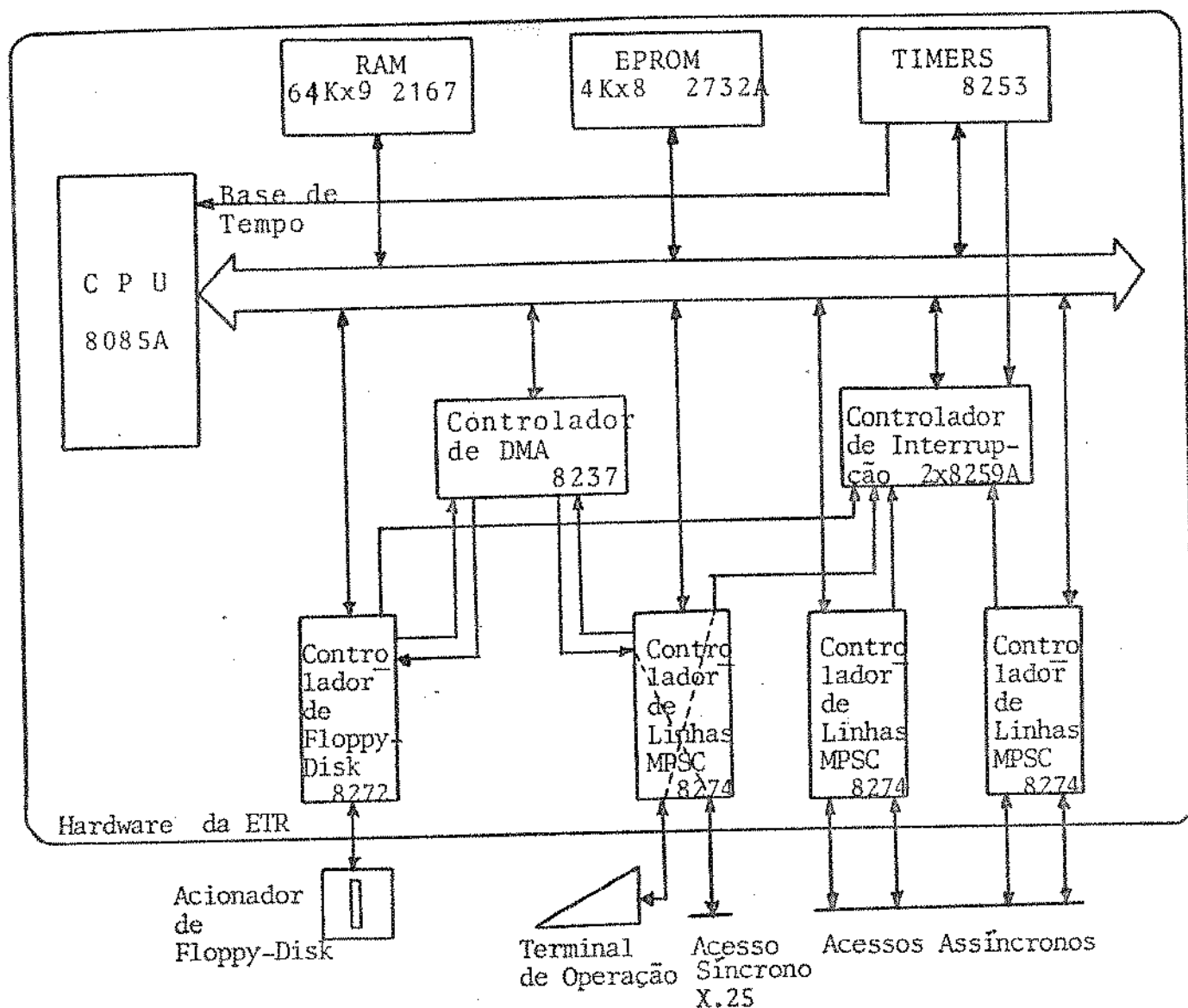


Figura 5.6 : Estrutura de Hardware da ETR.

Deve-se observar que numa versão industrial, mais econômica, não são necessários o acionador de "floppy-disk" e a linha para o terminal de operação. Parte da memória RAM pode ser substituída por EPROM e nesta podem ser gravados os códigos do Software Básico e do Software Aplicativo. Com isso, o custo do Hardware da ETR diminui bastante.

5.3. O Software Básico da ETR

O Software Básico da ETR, também chamado de Sistema Operacional, foi aproveitado do equipamento PAD do Projeto Rexpac do CPqD-Telebrás; esse Software Básico executa as seguintes funções :

- Gerenciamento do compartilhamento da memória do processador entre processos;
- Gerenciamento de ocupação da CPU do processador pelos processos;
- Gerenciamento das interfaces físicas;
- Gerenciamento da comunicação entre processos, através de troca de mensagem;
- Gerenciamento de temporizações solicitadas por processos;
- Gerenciamento de Semáforos;
- Ativação de Processos;
- Funções Especiais de Depuração.

Essas funções podem ser solicitadas por um processo através de chamadas ao Sistema Operacional. Existem os seguintes tipos de chamadas ao Sistema Operacional :

a) Gerenciamento de Memória

PEDE : solicita um bloco de memória da Lista de Blocos Livres;
LIBER : devolve um bloco de memória à Lista de Blocos Livres;
NBLSO : solicita informação sobre o número de blocos de memória livres disponíveis no Sistema Operacional.

b) Gerenciamento de Comunicação entre Processos

ENVIA : envia uma mensagem a um processo específico;
SPERA : faz o processo solicitante aguardar a recepção de uma mensagem.

c) Gerenciamento de Temporizações

TEMPO : liga uma temporização específica;
DESLG : desliga uma temporização específica.

d) Gerenciamento de Semáforos

P : decrementa o contador de um semáforo específico;
V : incrementa o contador de um semáforo específico;
INSEM : inicializa o contador de um semáforo específico.

e) Função de Ativação

ATIVA : ativa um processo específico.

f) Funções especiais utilizadas para depuração

TRACE : mostra uma cadeia de caracteres;

CONCAT : concatena duas cadeias de caracteres;

INTHEX : converte um valor numérico na cadeia de caracteres ASCII correspondente.

A divisão da ocupação da CPU pelos vários processos é feita através de bloqueio. A cada chamada ao Sistema Operacional, o processo chamador pode ser retirado da CPU e nesta pode entrar um outro processo. O processo chamador pode ficar bloqueado até posterior liberação. Pode existir um esquema de prioridade entre os processos.

A comunicação entre processos é feita através da troca de mensagens. Cada processo possui uma fila de recepção de mensagem. Quando um processo P1 deseja enviar uma mensagem ao processo P2, o processo P1 chama o Sistema Operacional através da primitiva ENVIA; o Sistema Operacional analisa a primitiva recebida e coloca essa mensagem na fila do processo P2. O processo P2 quando deseja receber uma mensagem, chama o Sistema Operacional através da primitiva SPERA; o Sistema Operacional apanha a mensagem da fila de mensagens do processo P2 e entrega ao Processo P2 a mensagem transmitida por P1 (Ver Fig.5.7).

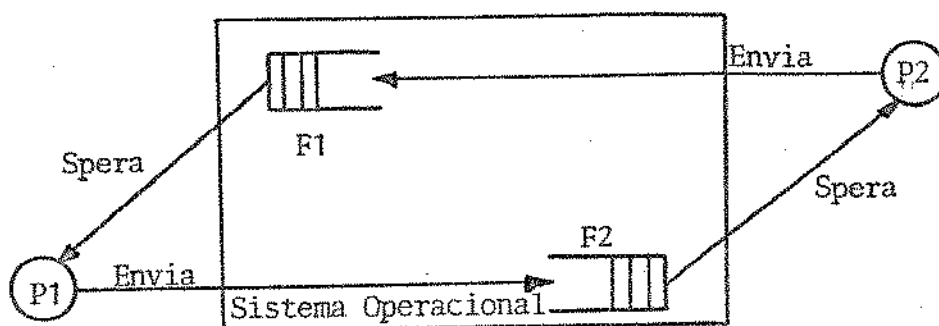


Figura 5.7 : Mecanismo de Troca de Mensagens entre Processos.

O controle de temporizações é feito pelo Sistema Operacional através da Tabela de Temporizações. Nesta tabela existem todos os temporizadores que foram ligados, através da primitiva TEMPO. Ao se esgotar uma temporização, o Sistema Operacional retira-a de sua tabela e avisa ao processo que a solicitou sobre seu esgotamento; o Sistema Operacional utiliza para esse aviso uma mensagem de ESTOURO DE TEMPORIZAÇÃO. O processo que solicitou uma temporização pode pedir que esta seja desligada, através da primitiva DESLG, antes que esta se esgote; neste caso, o Sistema Operacional retira-a de sua tabela.

As interfaces físicas são controladas por "Drivers" que são considerados como processos pertencentes ao Sistema Operacional. Esses "drivers" são responsáveis pela recepção/transmissão de informação das/para as linhas físicas. Os processos de aplicação utilizam esses processos "drivers" para o interfaceamento com as linhas. O Sistema Operacional possui os seguintes processos "drivers" :

- 1 "driver" para a linha síncrona HDLC;
- 4 "drivers" para as linhas assíncronas;
- 1 "driver" para o "floppy-disk";
- 1 "driver" para a interface de operação.

5.4. O Software Aplicativo da ETR

O Software Aplicativo da ETR executa todas as funções adicionais necessárias na ETR. Parte do Software Aplicativo da ETR foi aproveitada do equipamento CX.25 do CPqD-Telebrás [EMIL84]. O Software Aplicativo da ETR foi desenvolvido em PL/M-80.

Nas interfaces assíncronas com os usuários, o Software Aplicativo da ETR executa o Protocolo Assíncrono : recebe caracteres formando comandos/dados de usuário e envia sinais de aviso/dados de usuário. Na interface síncrona com a rede, o Software Aplicativo da ETR executa o Protocolo Síncrono X.25 [CCITT80b] de acesso à rede e o Protocolo de Transporte X.224 [CCITT82c].

O Software Aplicativo da ETR executa as seguintes funções :

- montagem de caracteres em blocos de dados de transporte;
- partição de blocos de dados de transporte em caracteres;
- edição do "buffer" de recepção de caracteres;
- controle de fluxo dos dados trocados com os usuários;
- análise sintática dos comandos recebidos dos usuários;
- geração de sinais de aviso aos usuários;
- gerenciamento e execução dos procedimentos de estabelecimento e liberação de conexões de transporte;
- gerenciamento e execução dos procedimentos de envio de dados normais e acelerados nas conexões de transporte;
- recuperação de erros;
- multiplexação de conexões de transporte em conexão de rede;
- gerenciamento e execução dos procedimentos de estabelecimento, reinicialização e liberação de conexões de rede;
- gerenciamento e execução dos procedimentos de estabelecimento, reinicialização e liberação da conexão de enlace;
- gerenciamento e execução do procedimento de desativação da ETR.

O Protocolo Assíncrono definido, executado pelo Software Aplicativo da ETR, possui três níveis de tratamento : Caracter, Comandos/Sinais de Aviso e Dados (Ver Fig.5.8).

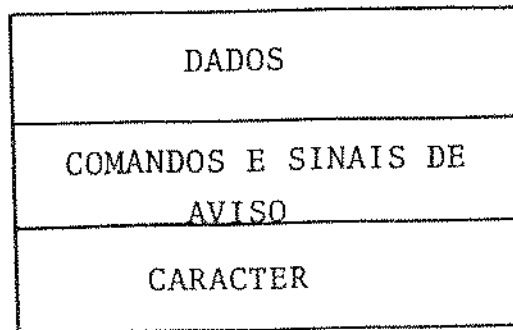


Figura 5.8 : Níveis de Tratamento no Protocolo Assíncrono.

O primeiro nível de tratamento é o Nível de Caracter; todo caracter recebido é analisado para ver se este possui algum significado especial, tais como :

- escape da fase de transferência de dados;
- supressão de caracter do "buffer" de edição;
- fim de linha;
- controle de fluxo, etc.

Nesses casos, o caracter é tratado de forma especial, conforme o seu significado. Caso contrário, o caracter é armazenado no "buffer" de edição.

O segundo nível de tratamento é o Nível de Comandos e Sinais de Aviso. Os caracteres recebidos no "buffer" de edição podem formar um comando que é analisado para se descobrir o seu significado; conforme o seu significado, a ação adequada é executada, como listada a seguir :

- solicitação de estabelecimento de Conexão de Transporte (CT);
- solicitação de envio de dados acelerados;
- solicitação de liberação de Conexão de Transporte;
- solicitação de reinicialização de Conexão de Rede ("reset");
- solicitação de desativação da ETR.

Um usuário só pode emitir um novo comando quando o anterior estiver totalmente executado.

A ETR deve constantemente sinalizar aos usuários o que está ocorrendo nas conexões de transporte com os ETDs remotos; isso é feito através dos sinais de aviso, como listados a seguir :

- confirmação de estabelecimento de Conexão de Transporte solicitada localmente;
- indicação de estabelecimento de Conexão de Transporte solicitada remotamente;
- indicação de recepção de dados acelerados;
- indicação de liberação de Conexão de Transporte;
- avisos gerais.

Os Comandos e os Sinais de Aviso existentes no Protocolo Assíncrono executado pela ETR podem ser vistos em detalhes no Anexo 1.

O terceiro nível de tratamento é o Nível de Dados. Os caracteres recebidos são montados em blocos de dados de transporte e são enviados através da rede de pacotes até o ETD remoto; os blocos de dados de transporte recebidos são particionados e enviados como caracteres de dados para o usuário.

5.4.1. Diagrama de Estados das Interfaces Assíncronas

Os estados lógicos das interfaces assíncronas podem ser visualizados no diagrama de estados da Fig.5.9.

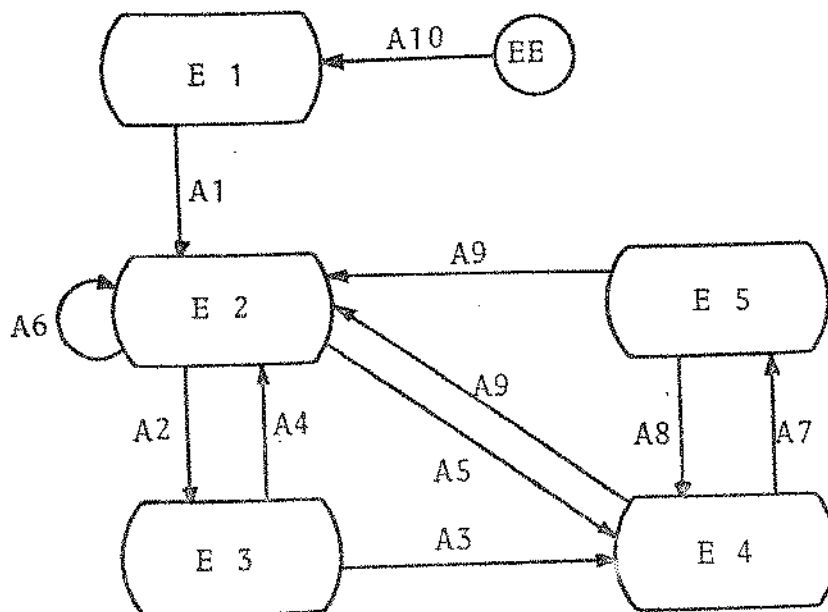


Figura 5.9 : Diagrama de Estados das Interfaces Assíncronas da ETR.

A seguir descrevem-se os estados e os eventos do diagrama de estados; a Conexão de Transporte é representada por CT.

ESTADOS

- E1 : Estado Dormente;
- E2 : Estado de Recepção de Comando;
- E3 : Estado de Estabelecimento da CT a pedido local;
- E4 : Estado de Transferência de Dados;
- E5 : Estado de Escape da Transferência de Dados, para a recepção de um comando;
- EE : Qualquer estado E.

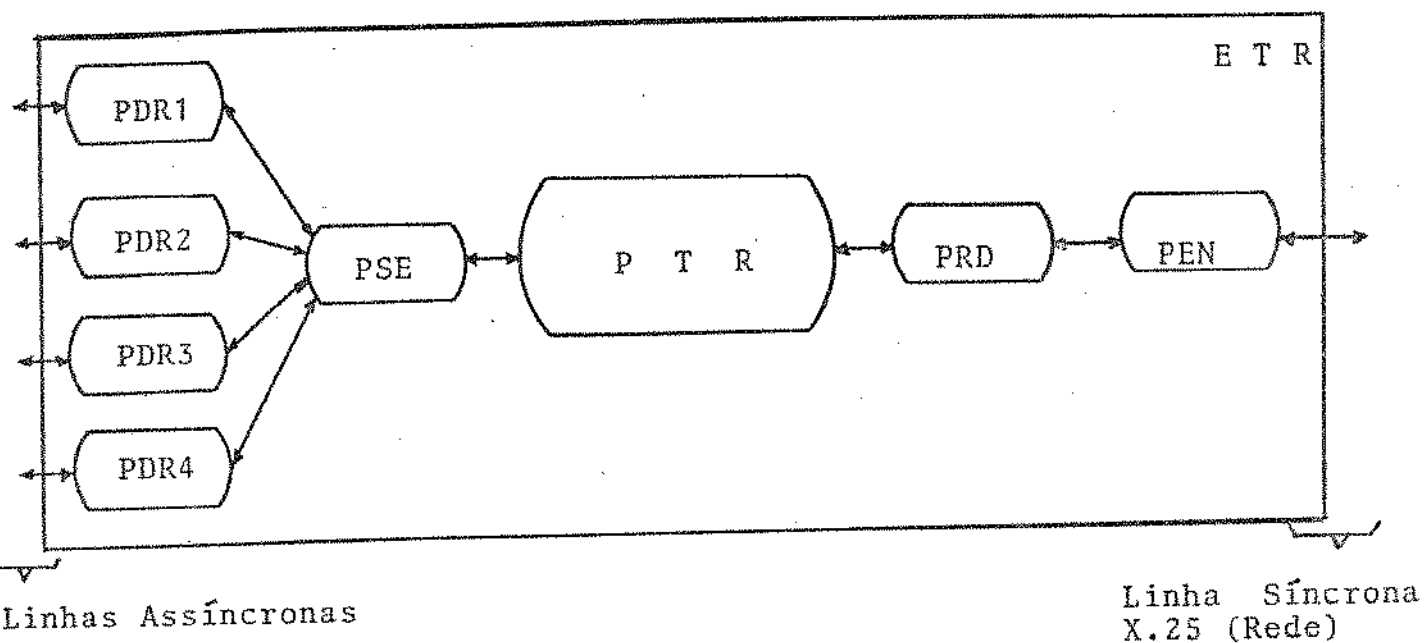
EVENTOS

- A1 : Entrada do primeiro caracter na interface assíncrona;
- A2 : Entrada do comando de solicitação de estabelecimento da CT;
- A3 : Confirmação Remota aceitando a CT;
- A4 : Rejeição Remota do estabelecimento da CT;
- A5 : Estabelecimento da CT a pedido remoto;
Obs : Se tudo estiver correto, a confirmação de estabelecimento da CT é feita automaticamente pela ETR;
- A6 : Rejeição local do pedido remoto de estabelecimento da CT/Recepção errada de comando;
- A7 : Escape do estado de transferência de dados para o estado de recepção de comando. Isto é feito através do envio, pelo usuário, do caracter ASCII "Scape". Nesta condição, um único comando pode ser executado e após sua execução, volta-se automaticamente para o Estado de Transferência de Dados;
- A8 : Retorno para a Transferência de Dados após a execução do comando/Recepção errada de comando/Recepção de caracter de Escape duplicado;
- A9 : Liberação da CT (local ou remota);
- A10: Desconexão física do acesso assíncrono.

Deve-se observar que nas interfaces assíncronas os Comandos são distinguidos dos Dados de Usuário através do estado da interface (Transferência de Dados ou Escape da Transferência de Dados) e os Sinais de Aviso são distinguidos dos Dados de Usuário através de um Caracter de Controle colocado no início da informação. Deve-se observar também que no estado de Escape da Transferência de Dados o usuário da ETR pode enviar mais um Caracter de Escape, e este é enviado como dados de usuário, retornando a interface para a fase de Transferência de Dados; desta forma, a ETR pode ser considerada como um equipamento "Transparente" para a Transferência de Informações, desde que não sejam utilizadas as funções de controle de fluxo e edição na interface assíncrona.

5.4.2. Arquitetura do Software Aplicativo

O Software Aplicativo da ETR é formado por um conjunto de processos concorrentes que se comunicam entre si na execução de diversas funções; a comunicação entre os processos é feita através do Sistema Operacional. O Software Aplicativo da ETR foi dividido em cinco tipos de processos, para que todas as funções de um determinado nível de protocolo ficassem agrupadas num único processo, facilitando assim a implementação e a manipulação dos mesmos. Na figura 5.10 mostra-se a arquitetura do Software Aplicativo da ETR; a descrição básica de cada processo é dada a seguir.



PDRn : Processo "Driver" n de Aplicação
 PSE : Processo de Sessão
 PTR : Processo de Transporte
 PRD : Processo de Rede
 PEN : Processo de Enlace

Figura 5.10 : Arquitetura do Software Aplicativo da ETR.

A seguir, descreve-se cada processo em particular. Maiores detalhes sobre o Processo PTR são apresentados no capítulo 6. Os outros processos não serão examinados em detalhe por não fazerem parte do escopo deste Trabalho. Os Processos PDR e PEN foram aproveitados totalmente do equipamento CX.25 do CPqD-Telebrás [EMIL84], sem nenhuma alteração. O Processo PRD também foi aproveitado do equipamento CX.25 mas teve que sofrer algumas ligeiras alterações. O Processo PSE também foi aproveitado do equipamento CX.25 mas teve que sofrer várias alterações devido ao fato dos Comandos e Sinais de Aviso da ETR serem diferentes do CX.25; esse processo foi desenvolvido num programa de estágio, sob a orientação do autor deste trabalho. O Processo PTR foi totalmente desenvolvido e testado pelo autor deste trabalho; é o processo mais complexo da ETR.

5.4.2.1. O Processo PDR

O Processo "Driver" de Aplicação (PDR) é responsável pelo tratamento de caracter na interface assíncrona. Existe um Processo PDR para cada porta assíncrona.

O Processo PDR executa as seguintes funções :

- recepção de caracter do "driver" do Sistema Operacional;
- envio de caracter ao "driver" do Sistema Operacional;
- análise do caracter recebido para descobrir se este tem algum significado especial, tais como : escape, fim de linha, controle de fluxo, etc ;
- montagem de caracteres em blocos;
- partição de blocos em caracteres;
- edição do "buffer" de recepção de caracteres;
- controle de fluxo dos dados trocados.

O Processo PDR não possui nenhuma estrutura de dados especial; possui um "buffer" de recepção para a edição de caracteres recebidos e um "buffer" de transmissão para a transmissão dos caracteres a serem enviados; possui também o estado da conexão física assim como o estado da conexão lógica.

5.4.2.2. O Processo PSE

O Processo de Sessão (PSE) é responsável pelo tratamento de Comandos e geração de Sinais de Aviso. Ele simula a Camada de Sessão para o Processo PTR.

O Processo PSE executa as seguintes funções :

- recepção de comandos dos Processos PDRs;
- envio de sinais de aviso aos Processos PDRs;
- recepção de dados dos Processos PDRs;
- envio de dados aos Processos PDRs;
- análise sintática de comandos;
- análise semântica de comandos;
- execução dos comandos recebidos através de solicitação de ações sobre o Processo PTR : estabelecimento/liberação de conexão de transporte, envio de dados acelerados, desativação da ETR e reinicialização de Conexão de Rede.

O Processo PSE possui as seguintes Estruturas de Dados :

- Tabela de Controle de Conexões (TCC) : armazena o estado de todas as portas lógicas;
- Tabela de Comandos (TCM) : armazena todos os comandos existentes na ETR;
- Tabela de Sinais de Aviso (TSA) : armazena todos os sinais de aviso existentes na ETR.

5.4.2.3. O Processo PTR

O Processo de Transporte (PTR) é responsável pela execução das funções da Camada de Transporte do Modelo de Referência da ISO/CCITT; implementa as Classes 0, 1, 2 e 3 do Protocolo de Transporte do referido modelo e é o processo de maior complexidade da ETR.

O Processo PTR executa as seguintes funções :

- mapeamento de endereços de transporte com endereços de rede;
- estabelecimento de conexão de transporte;
- liberação de conexão de transporte;
- rejeição do pedido de estabelecimento remoto;
- transmissão de blocos de transporte;
- recepção de blocos de transporte;
- transferência de dados normais;
- transferência de dados acelerados;
- segmentação e montagem dos dados normais;
- multiplexação de conexões de transporte em conexão de rede;
- controle de fluxo dos dados;
- recuperação de erro;
- finalização da operação do nível de rede.

O Processo PTR possui as seguintes Estruturas de Dados :

- Tabela de Conexões de Transporte (TCT) : armazena informações de todas as conexões de transporte existentes;
- Tabela de Conexões de Rede (TCRE) : armazena informações de todas as conexões de rede utilizadas pelo Processo PTR;
- Tabela de Multiplexação (TMU) : armazena informações sobre quais conexões de transporte são multiplexadas por cada conexão de rede em utilização.

Além disso, a cada Conexão de Transporte estão associadas as seguintes estruturas de armazenamento :

- Fila de Transmissão de Dados Normais (FTRTDT) : armazena os blocos de dados normais a serem transmitidos/retransmitidos;
- Fila de Transmissão de Dados Acelerados (FTRTED) : armazena os blocos de dados acelerados a serem transmitidos/retransmitidos;
- Lista Ligada de Recepção de Dados Normais (FRECTDT) : armazena os blocos de dados normais recebidos, para a execução do procedimento de Montagem.

5.4.2.4. O Processo PRD

O Processo de Rede (PRD) é responsável pelas funções do Nível 3 da Recomendação X.25 do CCITT [CCITT80b]. É responsável pelo acesso à rede de pacotes, a Nível de Pacote.

O Processo PRD executa as seguintes funções :

- estabelecimento de circuitos virtuais;
- liberação de circuitos virtuais;
- rejeição do pedido de estabelecimento remoto;
- transmissão de pacotes;
- recepção de pacotes;
- transferência de dados normais;
- transferência de dados acelerados;
- controle de fluxo de dados;
- reinicialização do circuito virtual ("reset");
- reinicialização do enlace ("Restart");
- finalização da operação do Nível de Enlace.

O Processo PRD possui a seguinte Estrutura de Dados :

- Tabela de Circuitos Virtuais (TCV) : armazena informações de todos os circuitos virtuais existentes.

Além disso, a cada Circuito Virtual está associada uma Fila de Armazenamento de Pacotes de Dados a serem transmitidos.

5.4.2.5. O Processo PEN

O Processo de Enlace (PEN) é responsável por parte das funções do Nível 2 da Recomendação X.25 do CCITT [CCITT80b]. É responsável pelo acesso à rede de pacotes, a Nível de Enlace.

O Processo PEN executa as seguintes funções :

- conexão do enlace de dados;
- desconexão do enlace de dados;
- rejeição do pedido de conexão remota;
- transmissão de quadros ao "driver" síncrono do Sistema Operacional;
- recepção de quadros do "driver" síncrono do Sistema Operacional;
- detecção e recuperação de erros;
- retransmissão de quadros de informação;
- transferência de dados;
- controle de fluxo de dados;
- rejeição de quadros de informação;
- rejeição de quadros anormais;
- reinicialização do enlace.

O Processo PEN não possui nenhuma tabela especial; possui um conjunto de variáveis que armazenam informações da conexão do enlace de dados; à Conexão de Enlace está associada uma Fila de Armazenamento dos Quadros de Informação a serem transmitidos/retransmitidos.

5.4.3. Exemplo de Funcionamento do Software Aplicativo da ETR

Neste item mostra-se simplificadaamente um exemplo de funcionamento normal do Software Aplicativo da ETR. Para isso, utilizam-se dois terminais que acessam a Rede de Pacotes através de duas ETRs e se comunicam através de uma Conexão de Transporte de Classe 1 (Ver Fig.5.11).

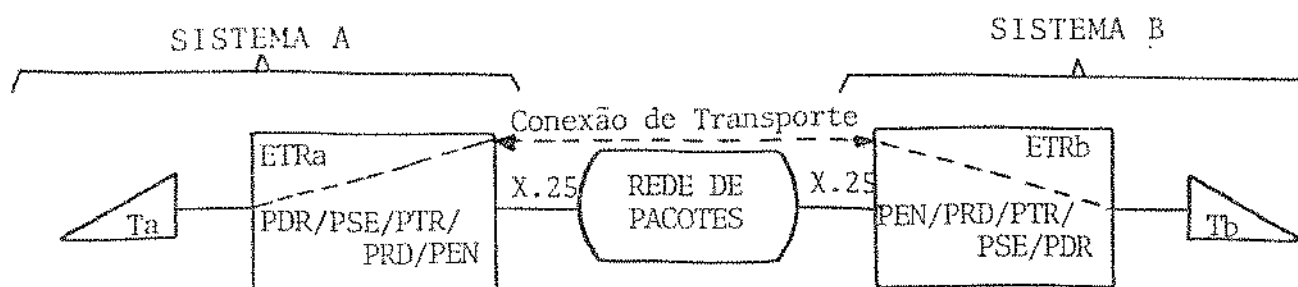
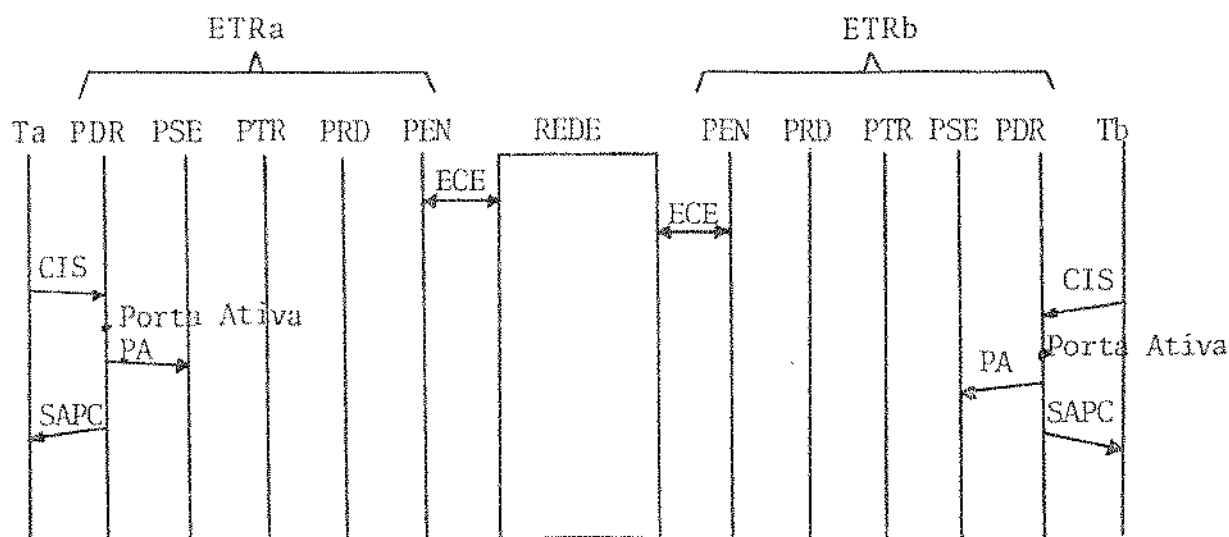


Figura 5.11 : Exemplo de Funcionamento do Software Aplicativo da ETR.

Nesta descrição utilizam-se as letras "a" e "b" seguindo os nomes para distinguir o Sistema A do Sistema B; representam-se a Conexão de Transporte com "CT", a Conexão de Rede com "CR" e a Conexão de Enlace com "CE".

Ao se ativar a ETR, o Processo PEN estabelece automaticamente a CE com a Rede de Pacotes, conforme o Protocolo Nível 2 da X.25. A partir daí, todos os pacotes de dados e de controle do Processo PRD serão enviados através de Quadros de Informação de Nível 2.

O Terminal Ta, ao desejar uma CT com o Terminal Tb, envia inicialmente à ETRa o Caracter de Início de Serviço para que a ETRa considere aquela porta ativa. O Processo PDRA ao receber este caracter, considera aquela porta ATIVA, envia ao Processo PSEa o Sinal de Porta Ativa e envia ao Terminal Ta o Sinal de Aviso de Pronto para Comando indicando que a ETRa está pronta para receber comando. Este mesmo tratamento deve ocorrer também no Terminal Tb (Ver Fig.5.12).

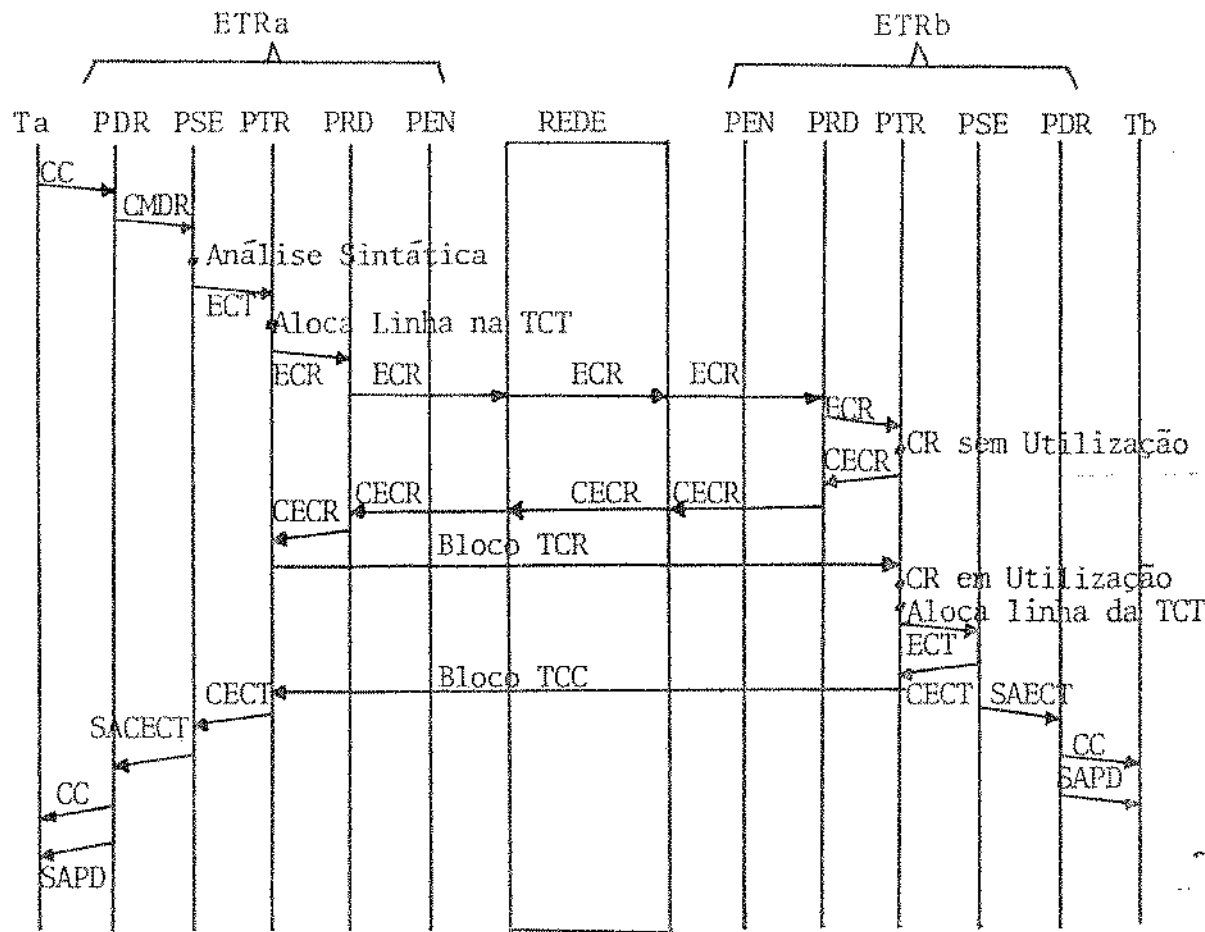


ECE : Estabelecimento da CE;
 CIS : Caracter de Início de Serviço;
 PA : Porta Ativa;
 SAPC : Sinal de Aviso de Pronto para Comando.

Figura 5.12 : Fase de Ativação dos Acessos Síncronos e Assíncronos.

O Terminal Ta envia à ETRa diversos caracteres compondo o Comando de Solicitação de Estabelecimento da CT. O Processo PDRa armazena esses caracteres e passa-os ao Processo PSEa; este, analisa-os sintaticamente e solicita ao Processo PTRa o Estabelecimento de uma Nova CT. O Processo PTRa aloca uma linha livre na Tabela TCT para essa nova CT e solicita ao Processo PRDa o Estabelecimento de uma Nova CR que sirva de suporte desta CT. O Processo PRDa estabelece a CR conforme o Protocolo Nível 3 da X.25. Na ETRb, o Processo PRDb avisa ao Processo PTRb dessa nova CR em estabelecimento e este confirma-a, iniciando uma Supervisão sobre esta CR para evitar que esta fique estabelecida por muito tempo, sem ser utilizada. Na ETRa, o Processo PRDa avisa ao Processo PTRa sobre a Confirmação do Estabelecimento da CR. A partir daí, todos os blocos de dados e de controle dos Processos PTRs serão enviados através de Pacotes de Dados de Nível 3 (Ver Fig.5.13).

O Processo PTRa inicia, então, o Estabelecimento da CT, enviando o bloco TCR para a ETRb. O Processo PTRb recebe esse bloco, considera a CR em Utilização, aloca uma linha livre da Tabela TCT para essa Nova CT e avisa ao Processo PSEb sobre esta indicação. O Processo PSEb analisa se a Porta Chamada está ativa e envia ao Processo PTRb a Confirmação de Estabelecimento da CT. O Processo PSEb envia o Sinal de Aviso de Estabelecimento de CT ao Processo PDRb que o encaminha ao Terminal Tb; o Processo PDRb, logo em seguida, envia o Sinal de Aviso de Pronto para Dados ao Terminal Tb indicando que a ETRb está pronta para receber dados, iniciando-se assim a Fase de Transferência de Dados. O Processo PTRb envia o bloco TCC para a ETRa, confirmando o estabelecimento desta CT. O Processo PTRa avisa ao Processo PSEa sobre essa confirmação. O Processo PSEa gera o Sinal de Aviso de Confirmação de Estabelecimento de CT que é enviado ao Terminal Ta através de caracteres, pelo Processo PDRa; logo em seguida, o Processo PDRa envia o Sinal de Aviso de Pronto para Dados ao Terminal Ta, indicando que a ETRa está pronta para receber dados, iniciando-se assim a Fase de Transferência de Dados (Ver Fig.5.13).

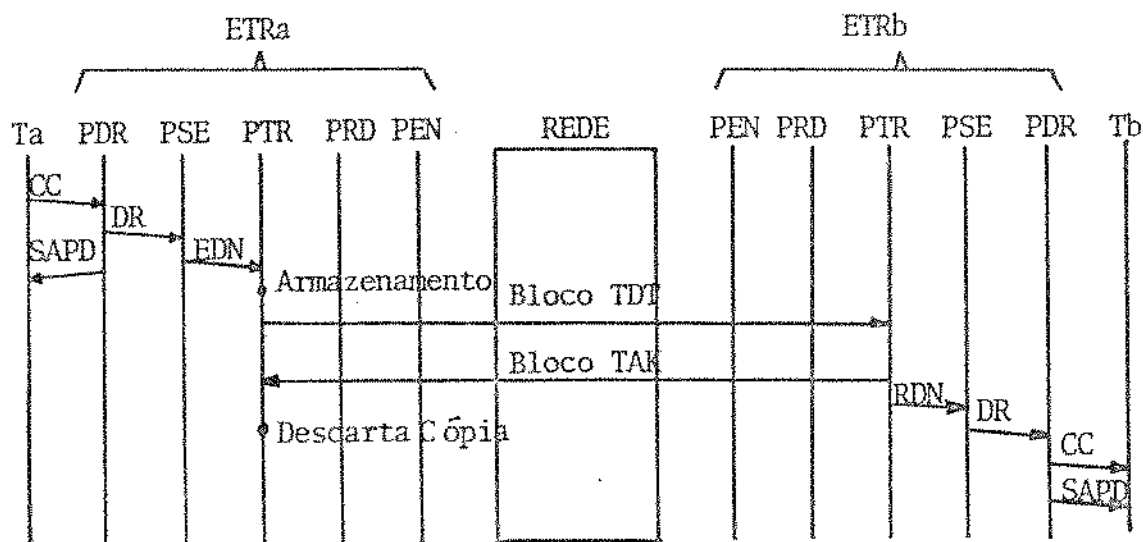


- CC : Conjunto de Caracteres;
- CMDR : Comando Recebido;
- ECT : Solicitação de Estabelecimento de CT;
- CECT : Confirmação de Estabelecimento de CT;
- ECR : Solicitação de Estabelecimento de CR;
- CECR : Confirmação de Estabelecimento de CR;
- SAECT : Sinal de Aviso de Estabelecimento de CT;
- SACECT : Sinal de Aviso de Confirmação de Estabelecimento de CT;
- SAPD : Sinal de Aviso de Pronto para Dados.

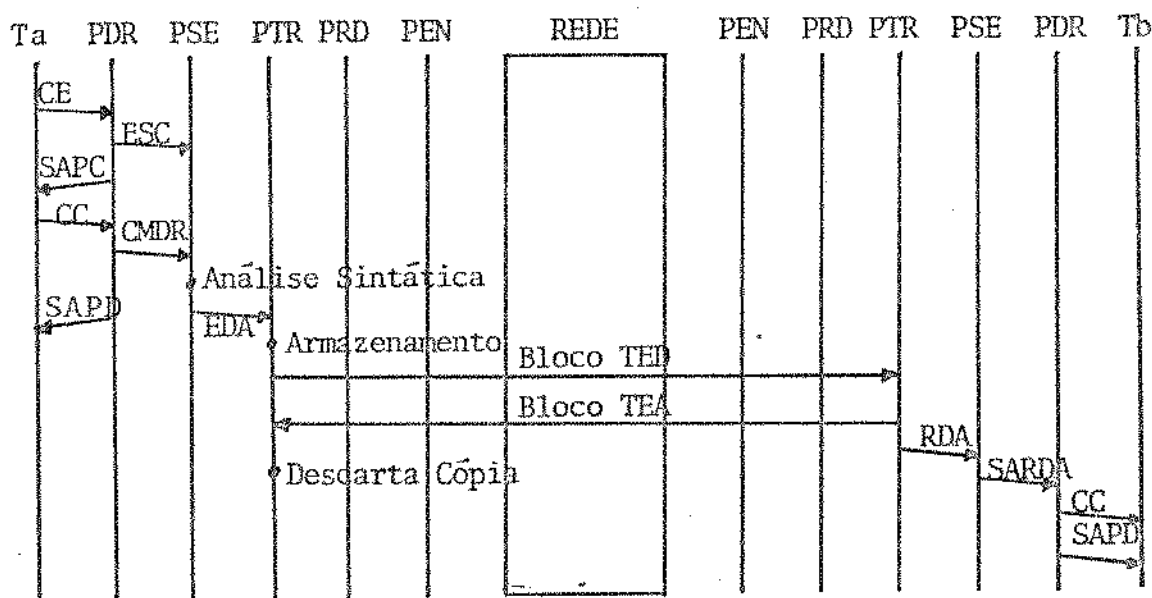
Figura 5.13 : Fase de Estabelecimento da Conexão de Transporte.

Na Fase de Transferência de Dados os caracteres de dados recebidos do Terminal Ta são enviados pelo Processo PDRA ao Processo PSEa, que os encaminha ao Processo PTRa através da Solicitação de Envio de Dados Normais. O Processo PTRa armazena-os e quando for possível o envio, envia-os através do bloco TDT até a ETRb, mantendo uma cópia deste bloco. O Processo PTRb ao receber este bloco, confirma-o através do bloco TAK, envia a Indicação de Recepção de Dados Normais ao Processo PSEb, que envia-os ao Terminal Tb, através do Processo PDRb; após o envio dos caracteres de dados, o Processo PDRb envia novamente o Sinal de Aviso de Pronto para Dados. O Processo PTRa ao receber o bloco TAK confirmando o bloco TDT enviado, descarta a cópia armazenada do bloco TDT (Ver Fig.5.14a).

Quando o Terminal Ta desejar enviar Dados Acelerados, deve enviar o Character de Escape solicitando o Escape da Fase de Transferência de Dados. O Processo PDRA, ao receber esse caracter, avisa ao Processo PSEa desta solicitação e envia o Sinal de Aviso de Pronto para Comando ao Terminal Ta; este envia ao Processo PSEa o Comando de Solicitação de Envio de Dados Acelerados, através do Processo PDRA. O Processo PSEa analisa sintaticamente o comando e envia ao Processo PTRa a Solicitação de Envio de Dados Acelerados. O Processo PDRA envia novamente o Sinal de Pronto para Dados ao Terminal Ta. O Processo PTRa armazena os dados acelerados recebidos e quando for possível o envio, envia-os através do bloco TED até a ETRb, mantendo uma cópia deste bloco. O Processo PTRb ao receber este bloco, confirma-o através do bloco TEA, envia a Indicação de Recepção de Dados Acelerados ao Processo PSEb, que envia-os ao Terminal Tb, através do Processo PDRb, por meio do Sinal de Aviso de Recepção de Dados Acelerados; após o envio desses caracteres, o Processo PDRb envia novamente o Sinal de Pronto para Dados. O Processo PTRa ao receber o bloco TEA confirmando o bloco TED enviado, descarta a cópia armazenada do bloco TED (Ver Fig.5.14b).



a) Transferência de Dados Normais;



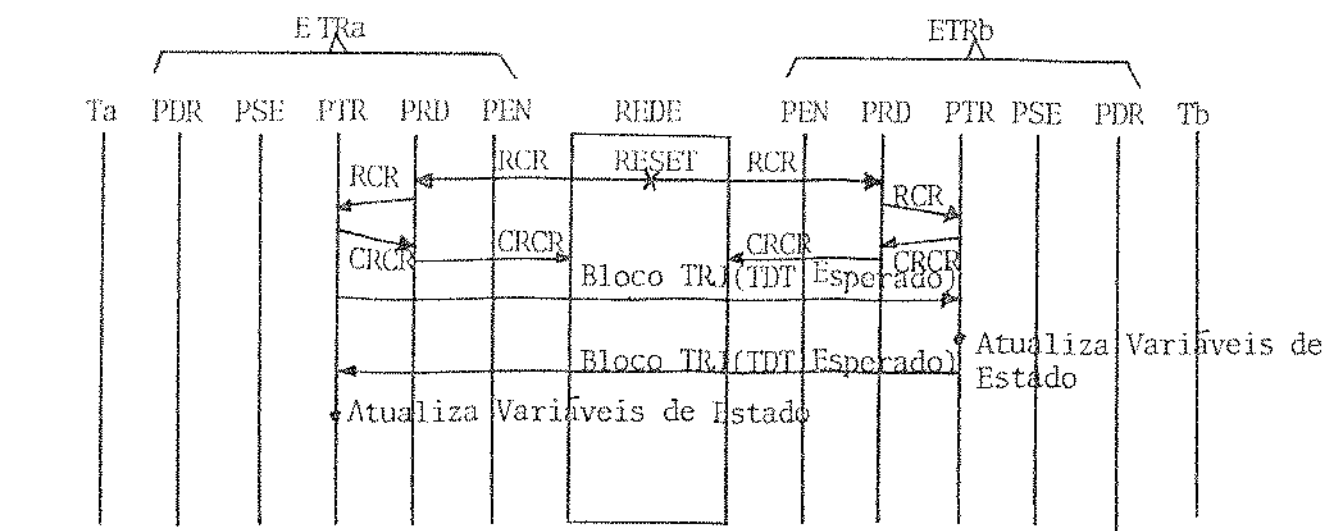
b) Transferência de Dados Acelerados.

CC : Conjunto de Caracteres;
 CE : Caracter de Escape;
 DR : Dados Recebidos;
 ESC : Indicação de Escape da Fase de Transferência de Dados;
 CMDR : Comando Recebido;
 EDN : Solicitação de Envio de Dados Normais;
 RDN : Indicação de Recepção de Dados Normais;
 EDA : Solicitação de Envio de Dados Acelerados;
 RDA : Indicação de Recepção de Dados Acelerados;
 SAPD : Sinal de Aviso de Pronto para Dados;
 SAPC : Sinal de Aviso de Pronto para Comando;
 SARDA : Sinal de Aviso de Recepção de Dados Acelerados.

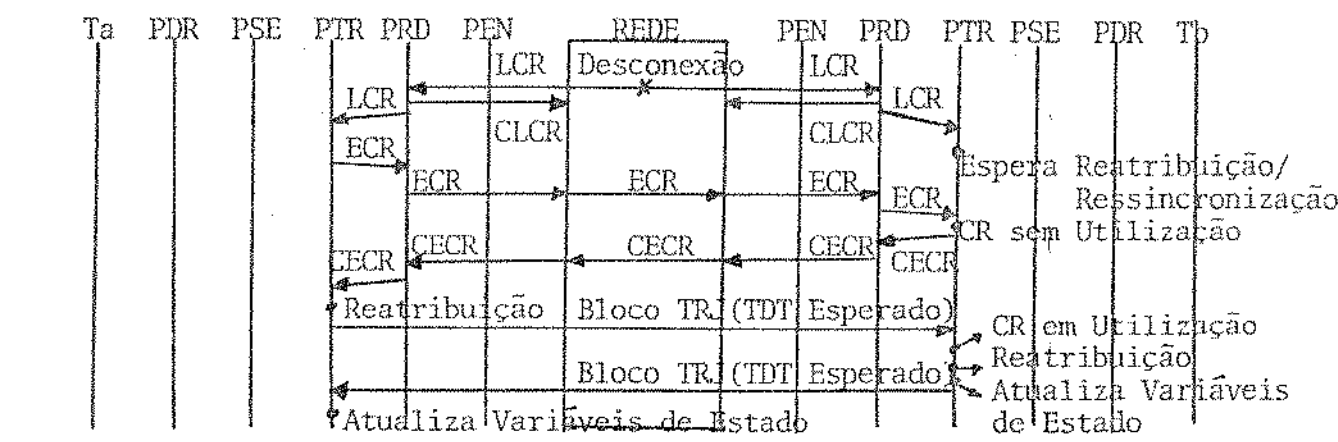
Figura 5.14 : Fase de Transferência de Dados.

Ao ocorrer uma Reinicialização ("Reset") na CR, os Processos PRDs avisam aos respectivos Processos PTRs sobre esta ocorrência; pode ocorrer perda de blocos de transporte. Os Processos PTRs confirmam essas reinicializações e iniciam o Procedimento de Ressincronização : enviam blocos TRJs contendo o número de sequência do próximo bloco TDT esperado. Deve-se observar que os Processos PTRs recuperam-se totalmente da falha ocorrida, sem nada avisarem aos terminais usuários das ETRs (Ver Fig.5.15a).

Ao ocorrer uma Liberação da CR, os Processos PRDs confirmam-a e avisam aos respectivos Processos PTRs sobre esta ocorrência. O Processo PTRb espera a ocorrência dos Procedimentos de Reatribuição e Ressincronização que devem ser iniciados pelo Processo PTRa. O Processo PTRa inicia o Procedimento de Reatribuição: solicita ao Processo PRDa o Estabelecimento de uma Nova CR, da mesma forma que já foi mostrada anteriormente. Ao final do Estabelecimento da CR, o Processo PTRa faz a Reatribuição da CT à nova CR e inicia sobre esta o Procedimento de Ressincronização : envia o bloco TRJ contendo o número de sequência do próximo bloco TDT esperado. O Processo PTRb ao receber esse bloco, considera a CR em Utilização, faz a Reatribuição da CT à nova CR e inicia sobre esta o Procedimento de Ressincronização : envia o bloco TRJ contendo o número de sequência do próximo bloco TDT esperado. Deve-se observar que os Processos PTRs recuperam-se totalmente da falha ocorrida, sem nada avisarem aos terminais usuários das ETRs (Ver Fig.5.15b).



a) Ressincronização após "Reset" na CR;

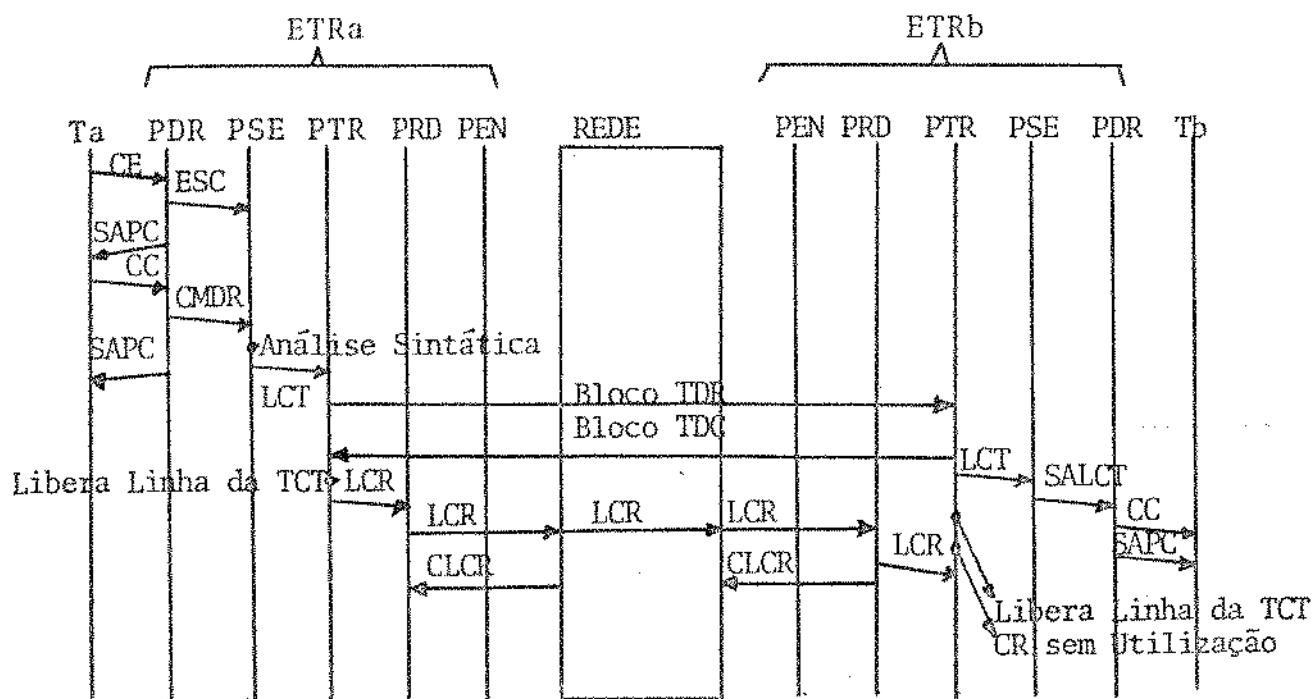


b) Reatribuição e Ressincronização após Liberação da CR.

- RCR : Reinicialização da CR;
- CRCR : Confirmação de Reinicialização da CR;
- LCR : Liberação da CR;
- CLCR : Confirmação de Liberação da CR;
- ECR : Solicitação de Estabelecimento da CR;
- CECR : Confirmação de Estabelecimento da CR.

Figura 5.15 : Recuperação de Falha na Fase de Transferência de Dados.

Na Liberação da CT, o Terminal Ta escapa da Fase de Transferência de Dados, conforme mostrado anteriormente, e envia o Comando de Solicitação de Liberação da CT ao Processo PSEa, através do Processo PDRA; este comando é analisado sintaticamente pelo Processo PSEa que envia ao Processo PTRa a Solicitação de Liberação da CT e considera a CT desfeita. O Processo PDRA envia ao Terminal Ta o Sinal de Aviso de Pronto para Comando. O Processo PTRa inicia o Procedimento de Liberação da CT através do envio do bloco TDR à ETRb. O Processo PTRb ao receber este bloco, confirma-o através do bloco TDC, avisa o Processo PSEb através da Indicação de Liberação da CT, libera a linha da Tabela TCT e considera a CT desfeita. O Processo PSEb envia ao Terminal Tb o Sinal de Aviso de Liberação da CT e em seguida o Processo PDRb envia o Sinal de Aviso de Pronto para Comando. O Processo PTRa ao receber o bloco TDC, considera a CT desfeita, libera a linha da Tabela TCT e Solicita ao Processo PRDa a Liberação da CR de suporte dessa CT. O Processo PRDa executa o Procedimento de Liberação da CR conforme o Protocolo Nível 3 da X.25 (Ver Fig.5.16).



CE : Character de Escape;
 CC : Conjunto de Caracteres;
 ESC : Indicação de Escape da Fase de Transferência de Dados;
 CMDR : Comando Recebido;
 LCT : Solicitação de Liberação da CT;
 LCR : Solicitação de Liberação da CR;
 CLCR : Confirmação da Liberação da CR;
 SAPC : Sinal de Aviso de Pronto para Comando;
 SALCT : Sinal de Aviso de Liberação da CT;

Figura 5.16 : Fase de Liberação da Conexão de Transporte.

CAPÍTULO 6

O PROCESSO DE TRANSPORTE (PTR)

6. O PROCESSO DE TRANSPORTE (PTR)

O Processo de Transporte é responsável pela execução das funções da Camada de Transporte do Modelo de Referência da ISO/CCITT; a implementação do Processo PTR foi baseada na proposta de Recomendação X.224 de 1982 do CCITT [CCITT82c]. O PTR implementa as classes 0, 1, 2 e 3 do Protocolo de Transporte do referido modelo e é o processo de maior complexidade da ETR. As seguintes limitações sobre o Processo PTR foram feitas para simplificar a sua implementação e a do Processo PRD, dada a limitação de memória disponível na ETR : o PTR executa a transferência de Dados Acelerados através da própria camada de transporte, o PTR executa a Confirmação de Recepção de Dados Normais através do uso do bloco TAK e o PTR utiliza apenas a Numeração Normal de Dados Normais e Acelerados.

Utilizou-se a linguagem PL/M-80 da Intel para a programação do Processo PTR de forma modular, facilitando assim a implementação e a atualização do software desenvolvido. Foram criados procedimentos específicos de tratamento para cada mensagem e bloco de transporte recebidos e transmitidos.

Conjuntos de declarações relacionadas entre si, tais como parâmetros, constantes, variáveis, estruturas de dados e procedimentos, foram agrupados em "MÓDULOS". Esses módulos facilitaram a implementação e facilitam a atualização do software do Processo PTR. Os módulos existentes neste processo são descritos no item 6.2.

Este capítulo descreve os diversos elementos do Processo PTR: funções, composição modular, estruturas de dados, estados, temporizações, variáveis e interfaces com outros processos. No final mostra-se uma descrição resumida da lógica deste processo.

6.1. Funções do Processo PTR

O Processo PTR executa as seguintes funções :

- mapeamento de endereços de transporte com endereços de rede;
- estabelecimento de conexão de transporte;
- rejeição do pedido de estabelecimento remoto;
- liberação de conexão de transporte;
- transmissão de blocos de transporte;
- recepção de blocos de transporte;
- transferência de dados normais;
- transferência de dados acelerados;
- segmentação e montagem dos dados normais;
- multiplexação de conexões de transporte em conexão de rede;
- controle de fluxo dos dados;
- recuperação de erro;
- finalização da operação do nível de rede.

A utilização dessas funções depende da classe e das opções de protocolo a serem usadas na conexão de transporte. Essas funções fazem parte das Classes 0, 1, 2 e 3 do Protocolo de Transporte. As funções da Classe 4 não foram implementadas devido à limitação de memória existente na ETR e também ao fato da Rede de Pacotes de Circuito Virtual ser bastante confiável, dispensando assim mecanismos especiais de detecção e recuperação de erro. Deve-se observar também que existe um compromisso entre qualidade e desempenho : quanto mais funções são utilizadas, melhor a qualidade e mais baixo o nível de desempenho; acreditamos que as Classes 0, 1, 2 e 3 cubram uma boa faixa de qualidade com um desempenho razoável.

6.2. Composição Modular do Processo PTR

O Processo PTR foi criado como um conjunto de módulos que contém declarações relacionadas de parâmetros, constantes, variáveis, estruturas de dados e procedimentos. Os Módulos existentes no Processo PTR, mostrados na Tabela 6.1, são detalhados a seguir.

Tabela 6.1 : Módulos do Processo PTR.

PSO : Primitivas importadas do Sistema Operacional;
PTRMSG : Mensagens utilizadas pelo PTR;
PROCES : Endereços Lógicos dos Processos da ETR;
DEBUG : Chaves de seleção de operação especial;
PARPTR : Parâmetros do PTR;
CONST : Constantes do PTR;
VARGLO : Variáveis Globais do PTR;
VARMSG : Variáveis utilizadas nas mensagens trocadas;
TABPTR : Tabelas do PTR;
VISUAL : Procedimentos de visualização dos valores de variáveis de tabelas e conjunto de variáveis importantes;
PGER : Procedimentos Gerais;
PROCTB : Procedimentos de Procura em tabelas;
EMPSE : Procedimentos de Envio de Mensagens ao Processo PSE;
EMPRD : Procedimentos de Envio de Mensagens ao Processo PRD;
EBLC : Procedimentos de Envio de Blocos de Transporte à ETR remota;
ATUAL : Procedimentos de Atualização de tabelas e filas;
TBLC : Procedimentos de Tratamento de Blocos de Transporte recebidos da ETR remota;
TMPSE : Procedimentos de Tratamento de Mensagens recebidas do Processo PSE;
TMPRD : Procedimentos de Tratamento de Mensagens recebidas do Processo PRD;
TMSO : Procedimentos de Tratamento de Mensagens recebidas do Sistema Operacional.

O Módulo PSO possui as declarações das primitivas que são "importadas" do Sistema Operacional pelo Processo PTR; cada primitiva possui uma chamada a um procedimento associado.

O Módulo PTRMSG possui as declarações das mensagens recebidas e transmitidas pelo processo PTR; o módulo possui as declarações dos campos das mensagens e das constantes associadas a cada mensagem.

O Módulo PROCES possui as declarações dos endereços lógicos dos processos da ETR; cada processo possui um endereço lógico que é passado ao sistema operacional na ativação do processo. Esse endereço lógico é utilizado para o envio de mensagem na comunicação entre processos.

O Módulo DEBUG possui as declarações das chaves de seleção de operação especial; através dessas chaves pode-se selecionar a visualização ou não dos passos percorridos pelo Processo PTR e dos valores dos campos das tabelas do Processo PTR e das variáveis usadas nos testes; selecionam-se também a operação da ETR somente em determinadas classes de protocolo de transporte e a simplificação da ETR, retirando algumas funções de uso opcional, tais como : Segmentação, Solicitação de Reinicialização de Rede e Solicitação de Desativação da ETR.

O Módulo PARPTR possui as declarações dos parâmetros do Processo PTR, tais como : valores de temporizadores, tamanhos de filas de armazenamento de dados, limites de controle de ocupação de filas de armazenamento de dados, limites de controle dos recursos internos, tamanhos das tabelas do PTR, parâmetros associados à conexão de transporte, seleção de classes de protocolos oferecidas localmente e parâmetros gerais. A lista completa dos parâmetros existentes neste módulo pode ser vista no Anexo 3.

O Módulo CONST possui as declarações das constantes existentes no Processo PTR, tais como : tipos de estados das conexões de transporte, tipos de estados das conexões de rede, tipos de blocos de transporte, tamanho base das mensagens sem levar em conta o campo de dados, tamanho máximo dos campos de dados de usuário das mensagens, tipos de temporizadores, tipos de índices da Tabela de Conexões de Rede, tipos de filas de armazenamento de dados, tipos de tabelas, tamanho das linhas das tabelas, etc.

O Módulo VARGLO possui as declarações das variáveis globais usadas no Processo PTR, tais como : ponteiros de manipulação de blocos do sistema operacional, variáveis de contexto da Tabela de Conexões de Transporte, variáveis usadas na recepção e no envio de blocos de transporte, índices de conexões de transporte e de rede sendo tratadas, etc. A lista completa das variáveis existentes neste módulo pode ser vista no item 6.6.

O Módulo VARMSG possui as declarações das variáveis relacionadas com as mensagens manipuladas pelo Processo PTR; existe uma variável associada a cada tipo de mensagem existente.

O Módulo TABPTR possui as declarações das tabelas existentes no Processo PTR e de todas as suas variáveis associadas. O módulo possui as declarações das variáveis da Tabela de Conexões de Transporte, da Tabela de Conexões de Rede e da Tabela de Multiplexação. A lista completa das variáveis dessas tabelas existentes neste módulo pode ser vista no item 6.3.

O Módulo VISUAL possui as declarações dos procedimentos utilizados para a visualização dos valores das variáveis de tabelas e de conjunto de variáveis importantes. O módulo possui as declarações dos procedimentos de visualização dos conteúdos das variáveis da Tabela de Conexões de Transporte, da Tabela de Conexões de Rede, da Tabela de Multiplexação, do bloco de transporte recebido, da mensagem de teste utilizada, etc. Esses procedimentos de visualização são bastante importantes na execução de testes sobre o Processo PTR pois eles mostram as alterações dos valores das variáveis a cada tratamento. A não utilização desses procedimentos pode ser selecionada em tempo de compilação do PTR através do uso de uma chave de seleção do Módulo DEBUG; desta forma, esses procedimentos quando não são utilizados, não ocupam espaço de memória. A lista completa dos procedimentos existentes neste módulo pode ser vista no Anexo 4.

O Módulo PGER possui as declarações dos procedimentos de uso geral do Processo PTR. O módulo possui as declarações dos procedimentos de liberação de bloco de armazenamento, liberação de todos os blocos de uma fila ou lista, ativação e desativação de temporizadores, manipulação das variáveis de contexto, inicialização das variáveis de controle de fluxo das conexões de transporte, seleção do próximo número de referência a ser utilizado na próxima conexão de transporte, etc. A lista completa dos procedimentos existentes neste módulo pode ser vista no Anexo 4.

O Módulo PROCTB possui as declarações dos procedimentos de busca dentro de tabela. O módulo possui as declarações dos procedimentos de busca de linha livre nas Tabelas de Conexões de Transporte e Multiplexação, busca de uma conexão de transporte com um determinado Ponto de Acesso ao Serviço de Transporte, busca de uma conexão de transporte com um determinado Número de Referência Local, busca de uma linha da tabela com um determinado Endereço de ETD remoto, busca de um parâmetro específico no vetor de parâmetros recebidos no bloco de transporte, etc. A lista completa dos procedimentos existentes neste módulo pode ser vista no Anexo 4.

O Módulo EMPSE possui as declarações dos procedimentos de envio de mensagens ao Processo PSE. O módulo possui um procedimento para cada tipo de mensagem enviada pelo Processo PTR ao Processo PSE, tais como : Indicação de Pedido de Estabelecimento de Conexão de Transporte Remota, Confirmação de Estabelecimento de Conexão de Transporte Local, Indicação de Liberação ou Rejeição de Conexão de Transporte, Indicação de Recepção de Dados Normais, Indicação de Recepção de Dados Acelerados, Indicação de Comunicação de Serviço de Transporte, etc. A lista completa dos procedimentos existentes neste módulo pode ser vista no Anexo 4.

O Módulo EMPRD possui as declarações dos procedimentos de envio de mensagens ao Processo PRD. O módulo possui um procedimento para cada tipo de mensagem enviada pelo Processo PTR ao Processo PRD, tais como : Solicitação de Estabelecimento de Conexão de Rede, Confirmação de Estabelecimento de Conexão de Rede, Solicitação de Liberação ou Rejeição de Conexão de Rede, Solicitação de Envio de Dados Normais, Solicitação de Envio de Dados Acelerados, Solicitação de Reinicialização de Conexão de Rede, Confirmação de Reinicialização de Conexão de Rede, Solicitação de Reconhecimento de Dados Normais e Solicitação de Comunicação de Serviço de Rede. A lista completa dos procedimentos existentes neste módulo pode ser vista no Anexo 4.

O Módulo EBLC possui as declarações dos procedimentos de Envio de Blocos de Transporte à entidade de transporte remota. O módulo possui um procedimento para cada tipo de bloco de transporte transmitido pelo Processo PTR; possui procedimentos de montagem de blocos de transporte a serem transmitidos e de parâmetros a serem emitidos; possui um procedimento de retenção de cópia do bloco a ser transmitido para uma possível retransmissão e um procedimento para o reenvio do bloco de transporte armazenado; possui procedimentos de envio de todos os blocos possíveis de dados normais e acelerados; possui um procedimento de envio de todos os blocos de transporte que não puderam ser transmitidos para a entidade remota devido ao estado de ocupação da conexão de rede. A lista completa dos procedimentos existentes neste módulo pode ser vista no Anexo 4.

O Módulo ATUAL possui as declarações dos procedimentos de atualização de tabelas e filas de armazenamento. O módulo possui um procedimento de atualização da Tabela de Multiplexação, do Estado da Conexão de Rede, da Fila de Transmissão de Dados Normais, da Fila de Transmissão de Dados Acelerados, etc. A lista completa dos procedimentos existentes neste módulo pode ser vista no Anexo 4.

O Módulo TBLC possui as declarações dos procedimentos de Tratamento dos Blocos de Transporte recebidos da entidade de transporte remota. O módulo possui um procedimento para cada tipo de bloco de transporte recebido pelo Processo PTR; possui procedimentos de análise do conteúdo dos blocos e parâmetros recebidos; possui procedimentos de Ressincronização e de Reatribuição Local e Remota da Conexão de Transporte. A lista completa dos procedimentos existentes neste módulo pode ser vista no Anexo 4.

O Módulo TMPSE possui as declarações dos procedimentos de Tratamento das Mensagens recebidas do Processo PSE. O módulo possui um procedimento para cada tipo de mensagem recebida do Processo PSE, tais como : Solicitação de Estabelecimento de Conexão de Transporte, Aceitação de Estabelecimento de Conexão de Transporte Remota, Solicitação de Liberação ou Rejeição de Conexão de Transporte, Solicitação de Envio de Dados Normais, Solicitação de Envio de Dados Acelerados e Solicitação de Comunicação de Serviço de Transporte; o módulo possui também um procedimento de separação por tipo de mensagem recebida. A lista completa dos procedimentos existentes neste módulo pode ser vista no Anexo 4.

O Módulo TMPRD possui as declarações dos procedimentos de Tratamento das Mensagens recebidas do Processo PRD. O módulo possui um procedimento para cada tipo de mensagem recebida do Processo PRD, tais como : Indicação de Estabelecimento de Conexão de Rede Remota, Confirmação de Estabelecimento de Conexão de Rede, Indicação de Liberação ou Rejeição de Conexão de Rede, Indicação de Recepção de Dados Normais, Indicação de Recepção de Dados Acelerados, Indicação de Reinicialização de Conexão de Rede, Confirmação de Reinicialização de Conexão de Rede, Indicação de Reconhecimento de Dados Normais e Indicação de Comunicação de Serviço de Rede; o módulo possui também um procedimento de separação por tipo de mensagem recebida. A lista completa dos procedimentos existentes neste módulo pode ser vista no Anexo 4.

O Módulo TMSO possui as declarações dos procedimentos de Tratamento das Mensagens de Aviso de Esgotamento de Temporização recebidas do Sistema Operacional. O módulo possui um procedimento para cada tipo de temporizador existente, tais como : Conexão de Rede, Conexão de Transporte Local, Conexão de Transporte Remota, Desconexão de Transporte Local, Reatribuição, Ressincronização, Inatividade de Rede e Análise de Recursos; o módulo possui também um procedimento de separação por tipo de temporizador. A lista completa dos procedimentos existentes neste módulo pode ser vista no Anexo 4.

6.3. Estruturas de Dados do Processo PTR

Criaram-se no Processo PTR diversas estruturas de dados para o armazenamento de diversos tipos de informações existentes. As Estruturas de Dados criadas no Processo PTR são as seguintes :

- Tabela de Conexões de Transporte (TCT);
- Tabela de Conexões de Rede (TCRE);
- Tabela de Multiplexação (TMU).

A Tabela de Conexões de Transporte armazena informações de todas as conexões de transporte existentes; a tabela possui uma linha para cada conexão de transporte. O conteúdo desta tabela será mostrado posteriormente.

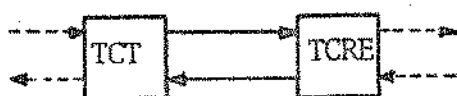
A Tabela de Conexões de Rede armazena informações de todas as conexões de rede utilizadas pelo Processo PTR; a tabela possui uma linha para cada conexão de rede. O conteúdo desta tabela será mostrado posteriormente.

A Tabela de Multiplexação armazena informações sobre quais conexões de transporte são multiplexadas por cada conexão de rede utilizada; a tabela possui uma linha para cada multiplexação. O conteúdo desta tabela será mostrado posteriormente.

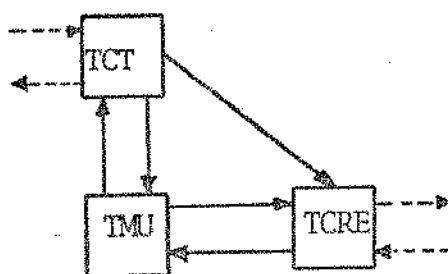
Para facilitar o acesso às informações armazenadas, interligaram-se essas tabelas através de ponteiros (Ver Fig.6.1.). Numa conexão de transporte que não utiliza multiplexação o fluxo de dados é o seguinte : O PTR recebe do PSE uma Solicitação de Envio de Dados, descobre através do Ponto de Acesso ao Serviço de Transporte a qual conexão de transporte na TCT pertence o pedido e trata-o normalmente; se for possível o envio, apanha na TCT o número da conexão de rede associada à conexão de transporte e envia esses dados por essa conexão de rede; ao receber um bloco de dados numa conexão de rede, analisa o seu conteúdo e através do ponteiro existente na TCRE descobre a qual conexão de transporte na TCT pertence o bloco, trata-o normalmente e envia-o para o Processo PSE, se for possível.

No caso de uma Conexão de Transporte que utiliza multiplexação o envio de dados é igual ao mostrado anteriormente, mas a recepção é diferente; o Processo PTR ao receber um bloco de dados numa conexão de rede, analisa o seu conteúdo e através do Número de Referência de Destino e da linha da TMU associada à conexão de rede, descobre a qual conexão de transporte na TCT pertence o bloco, trata-o normalmente e envia-o para o Processo PSE, se for possível.

Desta forma, esses ponteiros que interligam as tabelas agilizam bastante o envio e a recepção de dados pelo Processo PTR e garantem a distribuição rápida de informação de ocorrência de problemas na conexão de rede para todas as conexões de transporte envolvidas.



a)CT sem Multiplexação



b)CT com Multiplexação

Além dessas tabelas, criaram-se para cada Conexão de Transporte as seguintes estruturas de armazenamento :

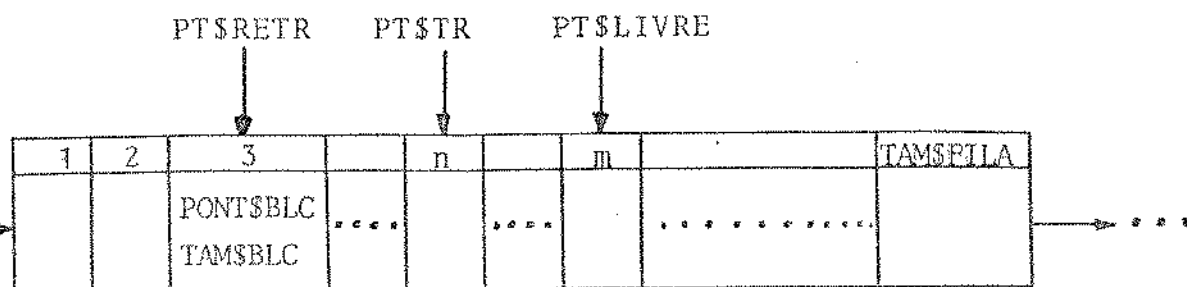
- Fila de Transmissão de Dados Normais (FTRTDT);
- Fila de Transmissão de Dados Acelerados (FTRTED);
- Lista Ligada de Recepção de Dados Normais (FRECTDT).

A Fila de Transmissão de Dados Normais armazena os blocos de dados normais a serem transmitidos e retransmitidos à entidade de transporte remota.

A Fila de Transmissão de Dados Acelerados armazena os blocos de dados acelerados a serem transmitidos e retransmitidos à entidade de transporte remota.

A Lista Ligada de Recepção de Dados Normais armazena os blocos de dados normais recebidos da entidade remota, para a execução do procedimento de Montagem de Dados. A Lista Ligada proporciona a passagem de blocos de dados longos entre os Processos PTR e PSE.

As filas são formadas por um vetor circular de tamanho TAM\$FILA com um conjunto de três ponteiros. Cada elemento desse vetor possui um ponteiro com o endereço do bloco de dados ali armazenado e o seu respectivo tamanho (Ver fig.6.2).

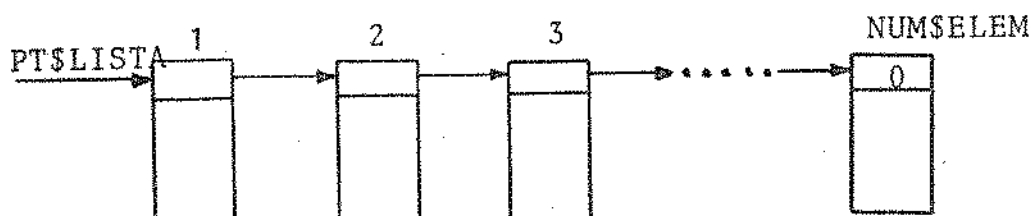


TAM\$FILA : Tamanho do vetor fila
 PT\$RETR : Ponteiro de Retransmissão
 PT\$TR : Ponteiro de Transmissão
 PT\$LIVRE : Ponteiro de Posição Livre
 PONT\$BLC : Ponteiro para o bloco de dados ali armazenado
 TAM\$BLC : Tamanho do bloco de dados ali armazenado

Figura 6.2 : Estrutura das filas de armazenamento.

Esse tipo de fila de armazenamento de transmissão e retransmissão foi utilizado pois possui vantagem perante o esquema de filas independentes para transmissão e retransmissão : ao se transmitir um bloco, este passa automaticamente para a posição de retransmissão na fila, sem ser necessário mudar de posição o seu endereço; é necessário apenas atualizar o ponteiro de transmissão PT\$TR.

A Lista Ligada é formada por um Ponteiro da Lista e por uma variável indicadora do número de elementos existentes na lista; este número de elementos existe para facilitar o controle de ocupação da lista e a liberação dos blocos da lista, quando necessária. Cada bloco da lista aponta para o próximo bloco e o último bloco da lista possui zero ("NIL") em seu ponteiro (Ver Fig.6.3).



PT\$LISTA : Ponteiro da Lista Ligada
 NUM\$ELEM : Número de Elementos da Lista Ligada

Figura 6.3 : Estrutura da Lista Ligada.

A seguir mostra-se o conteúdo de cada tabela.

a) Tabela de Conexões de Transporte (TCT)

Colocaram-se nesta tabela todas as informações de todas as conexões de transporte existentes na ETR. Cada conexão de transporte possui as seguintes informações : Pontos de Acesso Local e Remoto ao Serviço de Transporte, Números de Referências Local e Remota da Conexão de Transporte, endereço do ETD remoto, estado da conexão de transporte, classe e opções da conexão de transporte, conexão de rede associada à conexão de transporte e seu estado, multiplexação associada à conexão de transporte, variáveis de controle de fluxo e filas de armazenamento. A lista completa dos campos existentes em cada linha dessa tabela pode ser vista na Tabela 6.2.

Tabela 6.2 : Campos de uma linha da Tabela de Conexões de Transporte

LINHA\$LIVRE	: Indicador de utilização da linha da tabela;
PAST\$LOC	: Ponto de Acesso local ao ST;
PAST\$REM	: Ponto de Acesso remoto ao ST;
TAM\$END\$ETD\$REM	: Tamanho do vetor de endereço do ETD remoto;
END\$ETD\$REM	: Vetor de endereço do ETD remoto;
NUM\$REF\$LOC	: Número de Referência local da CT;
NUM\$REF\$REM	: Número de Referência remota da CT;
EST\$CON\$TR	: Estado da CT;
EST\$ESP	: Estado especial da CT;
TCC\$PEND	: Indicador de existência de pendência de bloco TCC transmitido;
USUARIO\$CHR\$LOC	: Indicador de usuário chamador local;
CLASSE	: Classe de protocolo da CT;
EXISTE\$ED	: Indicador de utilização de dados acelerados;
EXISTE\$CF	: Indicador de utilização de controle de fluxo;
B\$CURTO\$DADOS	: Indicador de utilização de bloco curto de dados;
IND\$TCRE	: Número da conexão de rede associada à CT;
EST\$CON\$RD	: Estado da Conexão de Rede;
IND\$TMU	: Índice da Tabela de Multiplexação associada à CT;
NUM\$INS	: Número de insistência;
VET\$TR\$PEND	: Vetor indicador de pendência de transmissão de blocos de transporte : TCR, TCC, TDR, TAK, TEA, TRJ e TER;
TC\$OCUP\$TDT	: Indicador de ocupação para a recepção de dados normais do PSE;
TC\$OCUP\$TED	: Indicador de ocupação para a recepção de dados acelerados do PSE;
TED\$PEND	: Indicador de existência de pendência de bloco de dados acelerados TED transmitido;
CREDITO\$LOC	: Número de créditos locais;
T\$S	: Número de sequência de envio de bloco de dados normais TDT;
T\$R	: Número de sequência de recepção de bloco de dados normais TDT;
BIJ	: Borda Inferior da Janela de Transporte;
BSJ	: Borda Superior da Janela de Transporte;
ULT\$NR\$ED\$REC	: Número de sequência de recepção de bloco de dados acelerados TED;
ULT\$NR\$ED\$TR	: Número de sequência de envio de bloco de dados acelerados TED;

(Continua na Próxima Página)

Tabela 6.2 : Campos de uma linha da Tabela de Conexões de Transporte
(Continuação)

FTRTDT	: Fila de Transmissão de Dados Normais - campo de ponteiro para o bloco armazenado;
FTRTDT\$TAM	: Fila de Transmissão de Dados Normais - campo de tamanho do bloco armazenado;
PT\$RETR\$TDT	: Ponteiro de Retransmissão da FTRTDT;
PT\$TR\$TDT	: Ponteiro de Transmissão da FTRTDT;
PT\$LIVRE\$TDT	: Ponteiro de Posição Livre da FTRTDT;
FTRTED	: Fila de Transmissão de Dados Acelerados - campo de ponteiro para o bloco armazenado;
FTRTED\$TAM	: Fila de Transmissão de Dados Acelerados - campo de tamanho do bloco armazenado;
PT\$RETR\$TED	: Ponteiro de Retransmissão da FTRTED;
PT\$TR\$TED	: Ponteiro de Transmissão da FTRTED;
PT\$LIVRE\$TED	: Ponteiro de Posição Livre da FTRTED;
FRETRTR	: Ponteiro para o bloco de controle a ser Retransmitido;
FRETRTR\$TAM	: Tamanho do bloco de controle a ser Retransmitido;
FRETRTER	: Ponteiro para o bloco TER a ser transmitido;
FRETRTER\$TAM	: Tamanho do bloco TER a ser transmitido;
FRECTDT	: Ponteiro do primeiro bloco TDT da Lista Ligada de blocos TDTs recebidos;
FRECTDT\$NE	: Número de blocos TDTs existentes na Lista Ligada.

b) Tabela de Conexões de Rede (TCRE)

Colocaram-se nesta tabela todas as informações de todas as conexões de rede em utilização pelo Processo PTR. Cada conexão de rede possui as seguintes informações : tipo de índice de tabela associada à conexão de rede, endereço do ETD remoto e estado da conexão de rede. Essas informações podem ser vistas na Tabela 6.3.

Tabela 6.3 : Campos de uma linha da Tabela de Conexões de Rede.

TIPO\$IND	: Tipo de índice de tabela associada à conexão de rede;
IND\$TAB	: Índice da tabela associada à conexão de rede;
TAM\$END\$ETD\$REM	: Tamanho do vetor de endereço do ETD remoto;
END\$ETD\$REM	: Vetor de endereço do ETD remoto;
T\$INATIV\$ATIVA	: Indicador de ativação da temporização T\$INATIV;
EST\$CON\$RD	: Estado da conexão de rede.

c) Tabela de Multiplexação (TMU)

Colocaram-se nesta tabela todas as informações sobre quais conexões de transporte são multiplexadas por cada conexão de rede em utilização. Cada multiplexação possui as seguintes informações : endereço do ETD remoto, índice e estado da conexão de rede associada à multiplexação, conexões de transporte multiplexadas pela conexão de rede e indicador de responsabilidade da multiplexação. Essas informações podem ser vistas na Tabela 6.4.

Tabela 6.4 : Campos de uma linha da Tabela de Multiplexação

LINHA\$LIVRE	: Indicador de utilização da linha da tabela;
TAM\$END\$ETD\$REM	: Tamanho do vetor de endereço do ETD remoto;
END\$ETD\$REM	: Vetor de endereço do ETD remoto;
IND\$TCRE	: Índice associado à conexão de rede da TCRE;
EST\$CON\$RD	: Estado da Conexão de Rede multiplexadora;
NUM\$CON\$TR	: Número de CTs multiplexadas nesta linha;
IND\$TCT	: Vetor de índices da TCT das CTs multiplexadas nesta linha;
USUARIO\$CHR	: Indicador de tipo de usuário chamador da multiplexação.

6.4. Estados do Processo PTR

Definiram-se no Processo PTR estados das conexões de transporte e estados das conexões de rede.

6.4.1. Estados das Conexões de Transporte

Inicialmente, associou-se um estado a cada fase da conexão de transporte: estabelecimento, transferência de dados e liberação da conexão; foi necessário dividir a fase de estabelecimento em dois estados para distinguir os casos de estabelecimento a pedido local e remoto; definiu-se um estado inicial para indicar a inatividade da conexão de transporte. Esses estados são especificados a seguir:

INICIAL	: Estado de inatividade;
C\$TR\$LOC	: Estado de espera de confirmação de estabelecimento da conexão de transporte a pedido local;
C\$TR\$REM	: Estado de espera de confirmação de estabelecimento da conexão de transporte a pedido remoto;
TRANSF\$DADOS	: Estado de Transferência de Dados de Transporte;
D\$TR\$LOC	: Estado de espera de confirmação remota de liberação da conexão de transporte.

O diagrama de estados para cada conexão de transporte é mostrado na Figura 6.4. Utiliza-se a seguinte convenção : os blocos descritos dentro de parenteses representam blocos recebidos da entidade de transporte remota e os blocos descritos sem parenteses representam blocos transmitidos pela entidade de transporte local.

Antes de estabelecer-se a conexão de transporte local, necessita-se esperar o estabelecimento da conexão de rede de suporte, se essa ainda não existir; definiu-se o estado intermediário C\$RD onde a conexão de transporte permanece , para só depois poder emitir o bloco TCR.

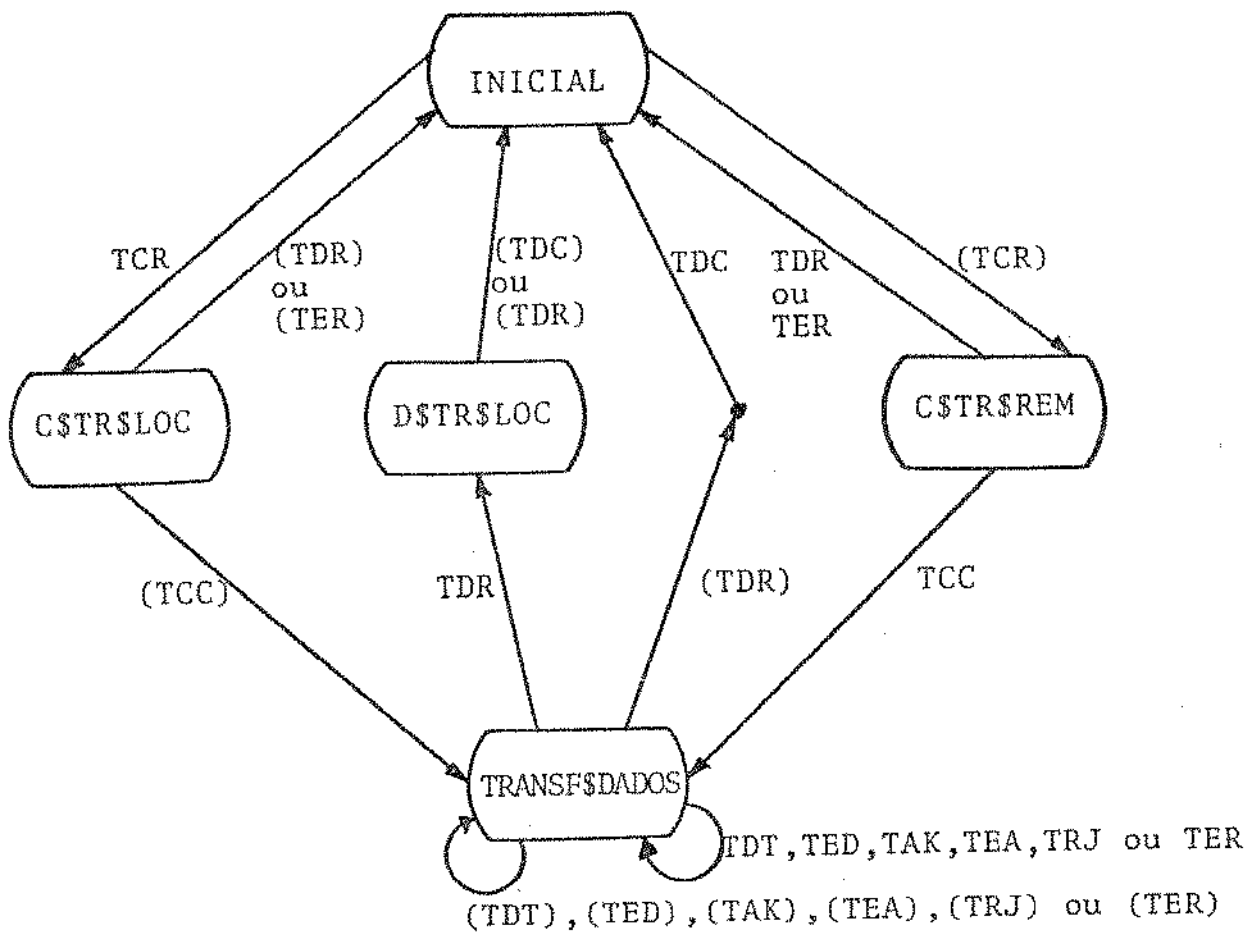


Figura 6.4 : Estados de uma Conexão de Transporte.

Inicialmente a conexão de transporte encontra-se no estado INICIAL; no caso de estabelecimento local, a entidade local envia o bloco TCR à entidade remota e passa para o estado C\$TR\$LOC; no caso de estabelecimento remoto, a entidade local recebe um bloco TCR da entidade remota e passa para o estado C\$TR\$REM.

No estado C\$TR\$LOC a entidade remota pode aceitar normalmente o estabelecimento da conexão através do bloco de confirmação TCC, passando a conexão de transporte para o estado TRANSF\$DADOS; a entidade remota pode também rejeitar o estabelecimento da conexão através dos blocos TDR ou TER, retornando a conexão de transporte ao estado INICIAL.

No estado C\$TR\$REM a entidade local pode aceitar normalmente o estabelecimento da conexão através do envio do bloco TCC, passando a conexão de transporte para o estado TRANSF\$DADOS; a entidade local pode também rejeitar o estabelecimento da conexão através do envio do bloco TDR ou TER, retornando a conexão de transporte para o estado INICIAL.

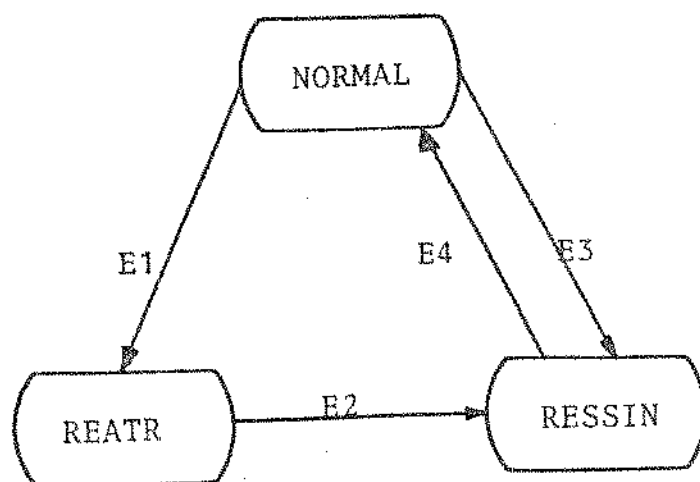
No estado TRANSF\$DADOS as entidades de transporte local e remota podem enviar e confirmar dados normais e acelerados através dos blocos TDT, TED, TAK e TEA, solicitar procedimento de ressincronização através do bloco TRJ e rejeitar um bloco de transporte recebido com algum erro, através do bloco TER; a entidade local pode também solicitar uma desconexão através do envio do bloco TDR, passando a conexão para o estado D\$TR\$LOC; a entidade remota pode também solicitar uma desconexão através do uso do bloco TDR e nesse caso a entidade local confirma a desconexão através do envio do bloco TDC, retornando a conexão para o estado INICIAL.

No estado D\$TR\$LOC a entidade remota pode confirmar a desconexão através do bloco TDC ou através do bloco TDR (Colisão de Desconexões), retornando a conexão para o estado INICIAL.

Os estados C\$TR\$LOC, TRANSF\$DADOS e D\$TR\$LOC foram divididos em três subestados associados aos procedimentos de Reatribuição e Ressincronização, mostrados a seguir:

NORMAL : Estado Normal;
REATR : Estado de espera de finalização do procedimento de Reatribuição;
RESSIN : Estado de espera de finalização do procedimento de Ressincronização.

A ligação desses estados é mostrada na figura 6.5.



Eventos:

- E1 : desconexão da Conexão de Rede de suporte da CT
- E2 : finalização do procedimento de Reatribuição
- E3 : reinicialização(reset) da Conexão de Rede de suporte da CT
- E4 : finalização do procedimento de Ressincronização

Figura 6.5 : Subestados de uma Conexão de Transporte.

Inicialmente o estado da conexão de transporte se encontra no subestado NORMAL. Ao ocorrer a liberação da conexão de rede de suporte da conexão de transporte, a entidade local inicia o procedimento de Reatribuição e passa para o subestado REATR; ao finalizar esse procedimento, a entidade local inicia o procedimento de Ressincronização e passa para o subestado RESSIN; ao finalizar esse procedimento, a conexão de transporte retorna para o subestado NORMAL. Ao ocorrer a reinicialização da conexão de rede de suporte da conexão de transporte, a entidade local inicia o procedimento de Ressincronização e passa para o subestado RESSIN, retornando ao subestado NORMAL no final do procedimento.

Além desses estados, para cada conexão de transporte foi definido um conjunto de variáveis de estado (Ver Tabela 6.2) : TCC\$PEND, NUM\$INS, TC\$OCUP\$TDT, TC\$OCUP\$TED, TED\$PEND, CREDITO\$LOC, T\$S, T\$R, BIJ, BSJ, ULT\$NR\$ED\$REC e ULT\$NR\$ED\$TR.

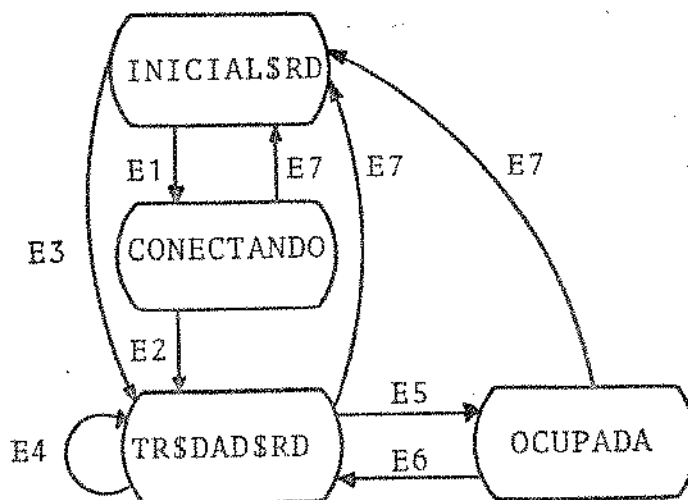
Deve-se observar que nem todas as classes de protocolo utilizam todos esses estados, subestados e variáveis de estado.

6.4.2. Estados das Conexões de Rede

Definiram-se para cada conexão de rede os seguintes estados : em estabelecimento, transferência de dados e ocupada para a transferência de dados; definiu-se também o estado inicial para indicar a inatividade da conexão de rede. Esses estados são especificados a seguir:

INICIAL\$RD : Estado de inatividade;
 CONECTANDO : Estado de espera de estabelecimento da conexão de rede;
 TR\$DAD\$RD : Estado de Transferência de Dados de Rede;
 OCUPADA : Estado de Ocupação da rede; neste estado não é possível a transferência de dados sobre a conexão de rede.

O diagrama de estados para cada conexão de rede é mostrado na Figura 6.6.



Eventos :

- E1 : Solicitação Local de Estabelecimento de Nova CR
- E2 : Confirmação do Estabelecimento de Nova CR
- E3 : Estabelecimento de Nova CR, a pedido remoto
- E4 : Reinicialização(reset) da CR
- E5 : Rede impossibilitada temporariamente de transmitir dados
- E6 : Rede com possibilidade de transmitir dados
- E7 : Liberação da Conexão de Rede (Local ou Remota)

Figura 6.6 : Estados de uma Conexão de Rede.

Inicialmente a conexão de rede se encontra no estado INICIAL\$RD. Ao se solicitar localmente o estabelecimento de uma nova conexão de rede, esta passa para o estado CONECTANDO; ao ocorrer a confirmação desse estabelecimento a conexão de rede passa para o estado TR\$DAD\$RD. Ao se estabelecer a conexão de rede a pedido remoto, o PTR confirma automaticamente esse pedido, passando a conexão de rede diretamente para o estado TR\$DAD\$RD. Nesse estado pode-se enviar dados normalmente, até que a rede fique impossibilitada temporariamente de transmitir dados, passando a conexão de rede para o estado OCUPADA, retornando ao estado TR\$DAD\$RD assim que terminar essa impossibilidade. No estado TR\$DAD\$RD pode ocorrer uma reinicialização ("reset") da conexão de rede, mantendo-se esta no mesmo estado. Nos estados CONECTANDO, TR\$DAD\$RD e OCUPADA pode ocorrer a liberação local ou remota da conexão de rede, retornando esta para o estado INICIAL\$RD.

Além desses estados, para cada conexão de rede foi definida também a variável de estado T\$INATIV\$ATIVA para indicar a inatividade dessa conexão (Ver Tabela 6.3).

6.5. Temporizações do Processo PTR

Estabeleceram-se no Processo PTR três categorias de temporizadores, mostradas a seguir:

- Temporizador Geral do PTR;
- Temporizador de Conexão de Rede;
- Temporizador de Conexão de Transporte.

a) Temporizador Geral do PTR

Criou-se no Processo PTR o Temporizador de Análise de Recursos Internos (T\$ANAL\$REC) que é utilizado para controlar os créditos locais das conexões de transporte, visando controlar o fluxo dos dados recebidos das entidades remotas, conforme a disponibilidade dos recursos internos da ETR.

b) Temporizador de Conexão de Rede

Criou-se para cada conexão de rede o Temporizador de Inatividade de Conexão de Rede (T\$INATIV) que é utilizado para desativá-la sempre que esta permanecer conectada um determinado tempo sem ser utilizada.

c) Temporizador de Conexão de Transporte

Criou-se para cada conexão de transporte um conjunto de temporizadores associados; criou-se um temporizador para cada estado em que o Processo PTR fica esperando a ocorrência de algum evento sobre essa conexão de transporte; esses temporizadores foram criados para evitar que o Processo PTR fique indefinidamente esperando a ocorrência de um determinado evento. Criaram-se nas conexões de transporte temporizadores para : estabelecimento de conexão de rede para ser utilizada pela conexão de transporte, conexão de transporte em estabelecimento a pedido local, conexão de transporte em estabelecimento a pedido remoto, desconexão em andamento a pedido local e procedimentos de reatribuição e resincronização em andamento. Esses temporizadores são especificados e explicados na Tabela 6.5.

Tabela 6.5 : Temporizadores das Conexões de Transporte.

- T\$C\$RD : Temporizador de Conexão de Rede; essa temporização é utilizada quando uma conexão de transporte necessitar do estabelecimento de uma nova conexão de rede; ao esgotar esse temporizador, tenta-se novamente o mesmo procedimento um número máximo de vezes; ao esgotar esse número, desfaz-se localmente a conexão de transporte;
- T\$C\$TR\$LOC : Temporizador de Conexão de Transporte Local; essa temporização é utilizada quando a entidade de transporte local solicitar o estabelecimento de uma nova conexão de transporte; ao esgotar esse temporizador, tenta-se novamente o mesmo procedimento um número máximo de vezes; ao esgotar esse número, libera-se a conexão de transporte;
- T\$C\$TR\$REM : Temporizador de Conexão de Transporte Remota; essa temporização é utilizada quando a entidade de transporte remota solicitar o estabelecimento de uma nova conexão de transporte; ao esgotar esse temporizador, rejeita-se a conexão de transporte remota;
- T\$D\$TR\$LOC : Temporizador de Desconexão de Transporte Local; essa temporização é utilizada quando a entidade de transporte local solicitar a liberação da conexão de transporte; ao esgotar esse temporizador, tenta-se novamente o mesmo procedimento um número máximo de vezes; ao esgotar esse número, desfaz-se localmente a conexão de transporte;
- T\$REATR : Temporizador de Reatribuição; essa temporização é utilizada para garantir que o procedimento de Reatribuição não demore mais que um determinado tempo; ao esgotar esse temporizador, desfaz-se localmente a conexão de transporte;
- T\$RESSIN : Temporizador de Ressincronização; essa temporização é utilizada para garantir que o procedimento de Ressincronização não demore mais que um determinado tempo; ao esgotar esse temporizador, tenta-se novamente o mesmo procedimento um número máximo de vezes; ao esgotar esse número, inicia-se o procedimento de liberação da conexão de transporte.

6.6. Variáveis do Processo PTR

Definiram-se no Processo PTR três categorias de variáveis :

- variáveis de contexto da Tabela TCT;
- variáveis de envio e recepção de blocos de transporte;
- variáveis gerais.

As Variáveis de Contexto da Tabela TCT formam uma réplica perfeita das variáveis de cada conexão de transporte da Tabela TCT (Ver Tabela 6.2). Elas foram definidas para facilitar a manipulação das variáveis da tabela TCT. Toda vez que for iniciado um novo tratamento, copiam-se os valores das variáveis da linha específica da tabela TCT nas variáveis de contexto, que são manipuladas durante todo o tratamento; após o tratamento, copiam-se os valores das variáveis de contexto nas variáveis da linha específica da tabela TCT. Evita-se assim o acesso indexado às variáveis da tabela TCT (Ver Fig.6.7).

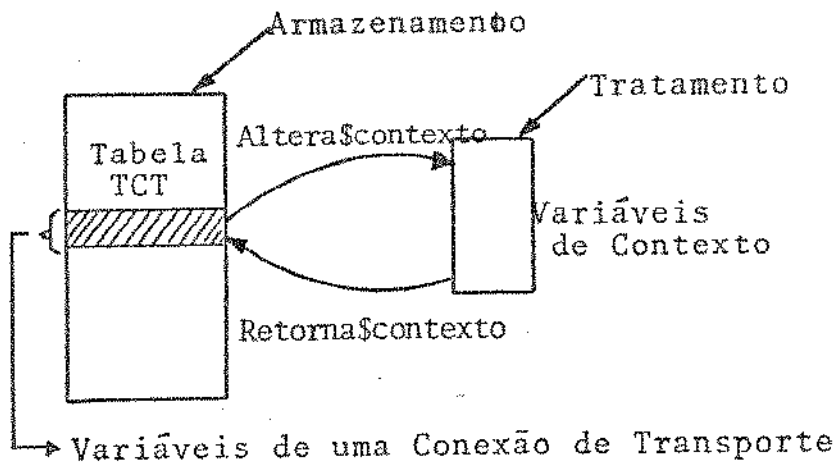


Figura 6.7 : Mudança de Contexto no PTR.

As Variáveis de Envio e Recepção de Blocos de Transporte foram definidas para facilitar o envio e a recepção dos blocos de transporte. Existe uma variável para cada campo de bloco de transporte. Antes da transmissão de um determinado bloco de transporte, devem-se preencher todas as variáveis que são utilizadas na montagem desse bloco. Na recepção de um determinado bloco, armazenam-se nessas variáveis todos os valores desmontados desse bloco. Evita-se assim a passagem por parâmetros, nos procedimentos de montagem e desmontagem, de um grande número de valores utilizados no bloco de transporte a ser transmitido ou recebido. Deve-se observar também que usualmente nem todos os parâmetros são usados. A lista completa dessa variáveis pode ser vista na Tabela 6.6, parte "a".

As Variáveis Gerais foram definidas para serem utilizadas em tratamentos gerais, tais como : índices de tabelas, vetor de classes de protocolo em funcionamento local, próximo número de referência a ser usado para a próxima conexão de transporte, indicador de ativação do Processo PTR, ponteiros de manipulação, etc. A lista completa dessas variáveis pode ser vista na Tabela 6.6, parte "b".

Tabela 6.6 : Variáveis do Processo PTR

a) Variáveis de Envio e Recepção de Blocos de Transporte;

LI : Indicador de Tamanho de Cabeçalho do Bloco de Transporte;

TIPO\$BLOCO : Tipo do Bloco de Transporte;

REF\$DEST : Número de Referência de Destino do bloco;

REF\$ORIG : Número de Referência de Origem do bloco;

TPDU\$NR : Número de Sequência do bloco TDT;

ED\$TPDU\$NR : Número de Sequência do bloco TED;

YR\$TU\$NR : Número de Sequência de Confirmação;

CLASSE\$BLC : Classe de Protocolo de Transporte utilizada no bloco;

OPÇÕES : Campo de Opções do bloco;

CDT : Campo de Créditos;

MOTIVO : Motivo da ocorrência do bloco TDR;

CAUSA : Causa da ocorrência do bloco TER;

TAM\$TS\$DADOS : Tamanho do Vetor de Dados de Usuário;

TS\$DADOS : Vetor de Dados de Usuário;

EOT : Marca de Fim de Dados do bloco TDT;

TAM\$PARAM : Tamanho do Vetor do Campo de Parâmetros;

PARAM : Vetor do Campo de Parâmetros;

TAM\$BLOCO : Tamanho do Bloco de Transporte;

BLOCO\$REC : Vetor de Armazenamento do Bloco Recebido;

b) Variáveis Gerais.

IND\$CON\$TR : Índice da Conexão de Transporte sendo tratada;

IND\$CON\$RD : Índice da Conexão de Rede sendo tratada;

IND\$MULT : Índice da Multiplexação sendo tratada;

IND\$CON\$RD\$ENV : Índice da Conexão de Rede a ser usada no envio do bloco;

IND\$PARAM : Índice atual do Vetor de Parâmetros;

EX\$CLASSE : Vetor de Classes de Protocolo de Transporte oferecidas;

END\$SIST\$TR : Vetor de Endereço de Rede da Estação de Transporte;

NSC\$DADOS : Vetor de Dados de Usuário da Conexão de Rede;

PROX\$NUM\$REF : Indicador do próximo Número de Referência a ser usado;

DIAGNÓSTICO : Diagnóstico da ocorrência;

PTR\$ATIVO : Indicador de Ativação do Processo PTR;

PASN\$REC : Ponto de Acesso ao Serviço de Rede Recebido;

PT\$BLOCO\$ATUAL : Ponteiro para o bloco sendo tratado.

6.7. Interfaces do Processo PTR

Definiram-se no Processo PTR interfaces com os Processos PSE e PRD, correspondendo ao Serviço de Transporte, ST, e ao Serviço de Rede, SR, respectivamente (Ver Fig.6.8).

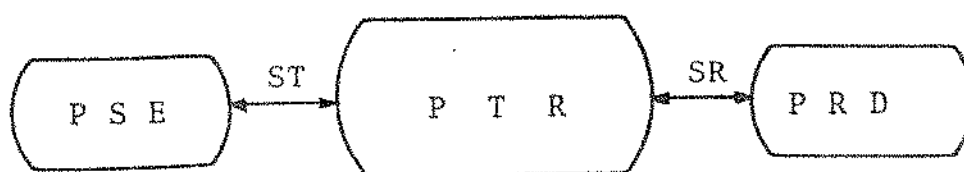


Figura 6.8 : Interfaces do PTR.

Associou-se uma mensagem para cada primitiva dos Serviços de Transporte e de Rede. Criaram-se duas mensagens adicionais de comunicação de avisos gerais.

Definiu-se em todas as mensagens do Serviço de Transporte o Ponto de Acesso ao Serviço de Transporte (PAST) identificando a qual conexão de transporte pertence a mensagem. O controle de uso dos PASTs deixou-se a cargo do Processo PSE.

Definiu-se em todas as mensagens do Serviço de Rede o Ponto de Acesso ao Serviço de Rede (PASR) identificando a qual conexão de rede pertence a mensagem. O controle de uso dos PASRs deixou-se a cargo do Processo PRD.

O conjunto completo das mensagens trocadas pelo Processo PTR pode ser visto na Tabela 6.7. Essas mensagens e seus respectivos campos podem ser vistos detalhadamente no Anexo 2.

A seguir descreve-se o conjunto de mensagens existentes em cada interface.

a) Mensagens da Interface PSE - PTR

O Processo PSE envia ao Processo PTR a mensagem TCREQ para Solicitar o Estabelecimento de uma Nova Conexão de Transporte. Esta mensagem possui os seguintes campos : Ponto de Acesso ao Serviço de Transporte Local, Identificação da Entidade de Transporte Remota, Classe e Opções desejadas na Conexão e Dados de Usuário da Conexão de Transporte.

O Processo PSE envia ao Processo PTR a mensagem TCRES para Aceitar o Estabelecimento de uma Nova Conexão de Transporte solicitada remotamente. Esta mensagem possui os seguintes campos : Ponto de Acesso ao Serviço de Transporte Local, Ponto de Acesso de Resposta ao Serviço de Transporte Local, Identificação da Entidade de Transporte Remota, Classe e Opções fixadas na conexão e Dados de Usuário da Conexão de Transporte. O campo de Ponto de Acesso de Resposta ao Serviço de Transporte Local serve para trocar o ponto de acesso local que veio da entidade remota, devido ao fato deste pode estar sendo utilizado pela entidade local para uma outra conexão de transporte.

O Processo PSE envia ao Processo PTR a mensagem TDREQ para Solicitar a Desconexão ou a Rejeição de uma Conexão de Transporte. Esta mensagem possui os seguintes campos : Ponto de Acesso ao Serviço de Transporte Local, Identificador da Entidade de Transporte Remota e Dados de Usuário da Desconexão de Transporte.

O Processo PSE envia ao Processo PTR a mensagem TDTREQ para Solicitar o Envio de Dados Normais à entidade de transporte remota. Esta mensagem possui os seguintes campos : Ponto de Acesso ao Serviço de Transporte Local, Marca de Fim de Dados, Ponteiro para o Próximo Bloco de Dados (Se Lista Ligada de Blocos de Dados) e Dados Normais de Usuário de Transporte.

O Processo PSE envia ao Processo PTR a mensagem TEDREQ para Solicitar o Envio de Dados Acelerados à entidade de transporte remota. Esta mensagem possui os seguintes campos : Ponto de Acesso ao Serviço de Transporte Local e Dados Acelerados de Usuário de Transporte.

O Processo PTR envia ao Processo PSE a mensagem TCIND para Indicar a chegada de Estabelecimento de uma Nova Conexão de Transporte a pedido remoto. Esta mensagem possui os seguintes campos: Ponto de Acesso ao Serviço de Transporte Local, Identificação da Entidade de Transporte Remota, Classe e Opções desejadas na conexão e Dados de Usuário da Conexão de Transporte.

O Processo PTR envia ao Processo PSE a mensagem TCCON para Confirmar o Estabelecimento da Conexão de Transporte solicitada localmente. Esta mensagem possui os seguintes campos : Ponto de Acesso ao Serviço de Transporte Local, Classe e Opções fixadas na conexão e Dados de Usuário da Conexão de Transporte.

O Processo PTR envia ao Processo PSE a mensagem TDIND para Indicar a Desconexão ou Rejeição da Conexão de Transporte. Esta mensagem possui os seguintes campos : Ponto de Acesso ao Serviço de Transporte Local, Identificador da Entidade de Transporte Remota, Motivo da Desconexão e Dados de Usuário de Desconexão de Transporte.

O Processo PTR envia ao Processo PSE a mensagem TDTIND para Indicar a Recepção de Dados Normais recebidos da entidade de transporte remota. Esta mensagem possui os seguintes campos : Ponto de Acesso ao Serviço de Transporte Local, Marca de Fim de Dados, Ponteiro para o Próximo Bloco de Dados (Se Lista Ligada de Blocos de Dados) e Dados Normais de Usuário de Transporte.

O Processo PTR envia ao Processo PSE a mensagem TEDIND para Indicar a Recepção de Dados Acelerados recebidos da entidade de transporte remota. Esta mensagem possui os seguintes campos : Ponto de Acesso ao Serviço de Transporte Local e Dados Acelerados de Usuário de Transporte.

O Processo PTR envia e recebe do Processo PSE a mensagem TSCOM para Indicar e Solicitar uma Comunicação Geral de Serviço de Transporte. Esta mensagem possui os seguintes campos : Ponto de Acesso ao Serviço de Transporte Local, Tipo de Aviso (ocupação, desocupação, confirmação, perda, erro, desativação e reinicialização) e Informações Gerais.

b) Mensagens da Interface PTR - PRD

O Processo PTR envia ao Processo PRD a mensagem NCREQ para Solicitar o Estabelecimento de uma Nova Conexão de Rede. Esta mensagem possui os seguintes campos : Endereço do ETD Remoto e Dados de Usuário de Conexão de Rede.

O Processo PTR envia ao Processo PRD a mensagem NCRES para Aceitar o Estabelecimento de uma Nova Conexão de Rede solicitada remotamente. Esta mensagem possui o campo : Ponto de Acesso ao Serviço de Rede.

O Processo PTR envia ao Processo PRD a mensagem NDREQ para Solicitar a Desconexão ou a Rejeição de uma Conexão de Rede. Esta mensagem possui o campo : Ponto de Acesso ao Serviço de Rede.

O Processo PTR envia ao Processo PRD a mensagem NDTREQ para Solicitar o Envio de Dados Normais ao ETD remoto. Esta mensagem possui os seguintes campos : Ponto de Acesso ao Serviço de Rede e Dados Normais de Usuário de Rede.

O Processo PTR envia ao Processo PRD a mensagem NEDREQ para Solicitar o Envio de Dados Acelerados ao ETD remoto. Esta mensagem possui os seguintes campos : Ponto de Acesso ao Serviço de Rede e Dados Acelerados de Usuário de Rede.

O Processo PTR envia ao Processo PRD a mensagem NRSREQ para Solicitar a Reinicialização ("Reset") da Conexão de Rede. Esta mensagem possui o campo : Ponto de Acesso ao Serviço de Rede.

O Processo PTR envia ao Processo PRD a mensagem NRSRES para Confirmar a Reinicialização ("Reset") da Conexão de Rede. Esta mensagem possui o campo : Ponto de Acesso ao Serviço de Rede.

O Processo PTR envia ao Processo PRD a mensagem NAKREQ para Solicitar o Reconhecimento de Dados Normais de Usuário de Rede. Esta mensagem possui o campo : Ponto de Acesso ao Serviço de Rede.

O Processo PRD envia ao Processo PTR a mensagem NCIND para Indicar o Estabelecimento de uma nova Conexão de Rede. Esta mensagem possui os seguintes campos : Ponto de Acesso ao Serviço de Rede, Endereço do ETD Remoto e Dados de Usuário de Conexão de Rede.

O Processo PRD envia ao Processo PTR a mensagem NCCON para Confirmar o Estabelecimento da Conexão de Rede solicitada localmente. Esta mensagem possui os seguintes campos : Ponto de Acesso ao Serviço de Rede e Endereço do ETD remoto.

O Processo PRD envia ao Processo PTR a mensagem NDIND para Indicar a Desconexão ou Rejeição da Conexão de Rede. Esta mensagem possui os seguintes campos : Ponto de Acesso ao Serviço de Rede, Motivo da Desconexão (Causa e Diagnóstico) e Endereço do ETD Remoto.

O Processo PRD envia ao Processo PTR a mensagem NDTIND para Indicar a Recepção de Dados Normais de Rede recebidos do ETD remoto. Esta mensagem possui os seguintes campos : Ponto de Acesso ao Serviço de Rede e Dados Normais de Usuário de Rede.

O Processo PRD envia ao Processo PTR a mensagem NEDIND para Indicar a Recepção de Dados Acelerados de Rede recebidos do ETD remoto. Esta mensagem possui os seguintes campos : Ponto de Acesso ao Serviço de Rede e Dados Acelerados de Usuário de Rede.

O Processo PRD envia ao Processo PTR a mensagem NRSIND para Indicar a Reinicialização ("Reset") da Conexão de Rede. Esta mensagem possui os seguintes campos : Ponto de Acesso ao Serviço de Rede e Motivo da Reinicialização (Causa e Diagnóstico).

O Processo PRD envia ao Processo PTR a mensagem NRSCON para Confirmar a Reinicialização ("Reset") da Conexão de Rede. Esta mensagem possui o campo : Ponto de Acesso ao Serviço de Rede.

O Processo PRD envia ao Processo PTR a mensagem NAKIND para Indicar o Reconhecimento de Dados Normais de Usuário de Rede. Esta mensagem possui o campo : Ponto de Acesso ao Serviço de Rede.

O Processo PRD envia e recebe do Processo PTR a mensagem NSCOM para Indicar e Solicitar uma Comunicação Geral de Serviço de Rede. Esta mensagem possui os seguintes campos : Ponto de Acesso ao Serviço de Rede e Tipo de Aviso (ocupação, desocupação e desativação).

O conjunto de todas as mensagens trocadas pelo Processo PTR pode ser visto na Tabela 6.7.

Tabela 6.7 : Mensagens trocadas pelo Processo PTR.

a) Processo PSE envia ao Processo PTR;

TCREQ : Solicitação de Estabelecimento de Conexão de Transporte;
TCRES : Aceitação de Conexão de Transporte Remota;
TDREQ : Solicitação de Desconexão de Transporte;
TDTREQ : Solicitação de Envio de Dados Normais;
TEDREQ : Solicitação de Envio de Dados Acelerados;
TSCOM : Comunicação do Serviço de Transporte;

b) Processo PTR envia ao Processo PSE;

TCIND : Indicação de Conexão de Transporte Remota;
TCCON : Confirmação de Conexão de Transporte;
TDIND : Indicação de Desconexão de Transporte;
TDTIND : Indicação de Recepção de Dados Normais;
TEDIND : Indicação de Recepção de Dados Acelerados;
TSCOM : Comunicação do Serviço de Transporte;

c) Processo PTR envia ao Processo PRD;

NCREQ : Solicitação de Estabelecimento de Conexão de Rede;
NCRES : Aceitação de Conexão de Rede Remota;
NDREQ : Solicitação de Desconexão de Rede;
NDTREQ : Solicitação de Envio de Dados Normais de Rede;
NEDREQ : Solicitação de Envio de Dados Acelerados de Rede;
NRSREQ : Solicitação de Reinicialização de Rede;
NRSRES : Confirmação do Pedido de Reinicialização de Rede;
NAKREQ : Reconhecimento de Dados de Usuário de Rede;
NSCOM : Comunicação do Serviço de Rede;

d) Processo PRD envia ao Processo PTR.

NCIND : Indicação de Conexão de Rede Remota;
NCCON : Confirmação de Conexão de Rede;
NDIND : Indicação de Desconexão de Rede;
NDTIND : Indicação de Recepção de Dados Normais de Rede;
NEDIND : Indicação de Recepção de Dados Acelerados de Rede;
NRSIND : Indicação de Reinicialização de Rede;
NRSCON : Confirmação do Pedido de Reinicialização de Rede;
NAKIND : Indicação de Reconhecimento de Dados de Usuário de Rede;
NSCOM : Comunicação do Serviço de Rede.

Devido às limitações citadas no início deste capítulo, atualmente não estão sendo utilizadas as seguintes mensagens : NEDREQ, NAKREQ, NEDIND e NAKIND. Estas mensagens poderão ser usadas numa futura expansão da ETR.

As mensagens de Comunicação Geral de Serviço TSCOM e NSCOM foram criadas para dar maior flexibilidade à comunicação entre os processos; qualquer necessidade de comunicação que for detectada posteriormente para uma futura implementação de alguma função especial da ETR, poderá ser implementada facilmente através dessas próprias mensagens, utilizando-se para isso apenas um novo tipo de aviso dentro da mensagem, não sendo necessária a criação de uma nova mensagem.

6.8. Descrição Resumida da Lógica do Processo PTR

Estabeleceram-se no Processo PTR quatro níveis de Procedimentos. O primeiro nível é o "corpo" do processo; neste nível o processo PTR separa a mensagem recebida conforme a sua origem (Ver Fig.6.9).

```
PROCESSO PTR;  
/* Processo de Transporte */  
/* Declarações */  
INÍCIO  
  INICIALIZA;  
  EXECUTE$ENQUANTO PTR$ATIVO  
    INÍCIO  
      Recepção de Mensagem;  
      CASO Origem da Mensagem SEJA  
        PSE : T$MSG$DO$PSE;  
        PRD : T$MSG$DO$PRD;  
        SO  : T$MSG$DO$SO;  
      FIM$DO$CASO;  
    FIM;  
FIM; /* PTR */
```

Figura 6.9 : Separação de Mensagem por Origem, dentro do Processo PTR.

O segundo nível de procedimento é o formado por um conjunto de procedimentos de separação da mensagem recebida conforme o seu tipo; existe um procedimento de separação de mensagem para cada origem : Processo PSE, Processo PRD e Sistema Operacional (Ver Figs.6.10, 6.11 e 6.12).

```
PROCEDIMENTO T$MSG$DO$PSE;  
/* trata a mensagem recebida do PSE */  
INICIO  
  SE TIPO$MSG = TSCOM  
    ENTÃO T$MSG$TSCOM;  
    SENÃO  
      INICIO  
        SE TIPO$MSG = TCREQ  
          ENTÃO Reserva linha livre na TCT;  
          SENÃO Procura PAST na TCT;  
        ALTERA$CONTEXTO;  
        CASO TIPO$MSG SEJA  
          TCREQ   : T$MSG$TCREQ;  
          TCRES   : T$MSG$TCRES;  
          TDREQ   : T$MSG$TDREQ;  
          TDTREQ  : T$MSG$TDTREQ;  
          TEDREQ  : T$MSG$TEDREQ;  
        FIM$DO$CASO;  
        RETORNA$CONTEXTO;  
      FIM;  
FIM; /* T$MSG$DO$PSE */
```

Figura 6.10 : Separação de Mensagem por tipo (Origem : Processo PSE).

```

PROCEDIMENTO T$MSG$DO$PRD;
/* trata a mensagem recebida do PRD */
INÍCIO
  SE TIPO$MSG = NCIND
    ENTÃO Faz associação da nova CR indeterminada;
    SENÃO
      SE TIPO$MSG = NCCON
        ENTÃO INÍCIO
          Procura endereço remoto dessa conexão na TMU;
          SE existir
            ENTÃO Associa nova CR à TMU;
            SENÃO INÍCIO
              Procura endereço remoto dessa conexão na
              TCT;
              SE existir
                ENTÃO Associa nova CR à TCT;
                SENÃO ENV$MSG$NDREQ;
          FIM;
        FIM;
      SE Tratamento Normal
        ENTÃO CASO TIPO$MSG SEJA
          NCIND : T$MSG$NCIND;
          NCCON : T$MSG$NCCON;
          NDIND : T$MSG$NDIND;
          NDTIND : T$MSG$NDTIND;
          NEDIND : T$MSG$NEDIND;
          NRSIND : T$MSG$NRSIND;
          NRSCON : T$MSG$NRSCON;
          NAKIND : T$MSG$NAKIND;
          NSCOM : T$MSG$NSCOM;
        FIM$DO$CASO;
      FIM; /* T$MSG$DO$PRD */

```

Figura 6.11 : Separação de Mensagem por Tipo (Origem : Processo PRD).

```

PROCEDIMENTO T$MSG$DO$SO;
/* trata a mensagem recebida do Sistema Operacional */
INÍCIO
  SE TIPO$MSG = EST$TEMP
    ENTÃO INÍCIO
      SE TIPO$TEMP = T$ANAL$REC
        ENTÃO T$EST$T$ANAL$REC; /* temporização de sistema */
        SENÃO
          SE TIPO$TEMP = T$INATIV
            ENTÃO T$EST$T$INATIV; /* temporização de CR */
            SENÃO INÍCIO /* temporização de CT */
              ALTERA$CONTEXTO;
              CASO TIPO$TEMP SEJA
                T$C$RD      : T$EST$T$C$RD;
                T$C$TR$LOC  : T$EST$T$C$TR$LOC;
                T$C$TR$REM  : T$EST$T$C$TR$REM;
                T$D$TR$LOC  : T$EST$T$D$TR$LOC;
                T$REATR     : T$EST$T$REATR;
                T$RESSIN    : T$EST$T$RESSIN;
              FIM$DO$CASO;
              RETORNA$CONTEXTO;
            FIM;
          FIM;
        FIM; /* T$MSG$DO$SO */

```

Figura 6.12 : Separação de Mensagem por Tipo (Origem : Sistema Operacional).

O terceiro nível de procedimento é formado por um conjunto de procedimentos de tratamento e de envio de todas as mensagens e blocos de transporte utilizados pelo Processo PTR.

O quarto nível de procedimento é formado por um conjunto de procedimentos auxiliares.

O conjunto de procedimentos existentes no Processo PTR pode ser visto em detalhe no Anexo 4.

A Descrição Detalhada da Lógica do Processo PTR pode ser vista no Anexo 5.

CAPÍTULO 7

TESTES NA ETR

7. TESTES NA ETR

Este capítulo descreve como foram realizados os testes na ETR.

7.1. Tipos de Testes

Foram realizados dois tipos de testes na ETR : Teste Individual sobre o Processo PTR e Teste de Integração. No primeiro, testou-se o Processo PTR isoladamente , através da simulação de envio de mensagens ao processo. No segundo, testou-se o Processo PTR junto com outros processos que cooperam na execução das funções da ETR.

Os testes foram realizados no Computador DEC-10, através do uso de um Simulador do Processador 8085, com o auxílio de Processos Produtores e Consumidores de Mensagens. O software desenvolvido não foi testado no hardware do equipamento, devido à limitação de tempo.

Utilizaram-se um ou dois arquivos de entrada de teste (TESTE.EEE) e um arquivo de saída com os resultados dos testes (SAÍDA.SSS). Os testes foram organizados em 6 grupos; utilizou-se a seguinte codificação para as extensões dos arquivos de entrada e saída:

TESTE.EEE

SAÍDA.SSS

|||
|||

|Numeração dos testes : de 00 a 99;

Categoria dos testes :

0 : Teste Individual em Classe 0;

1 : Teste Individual em Classe 1;

2 : Teste Individual em Classe 2;

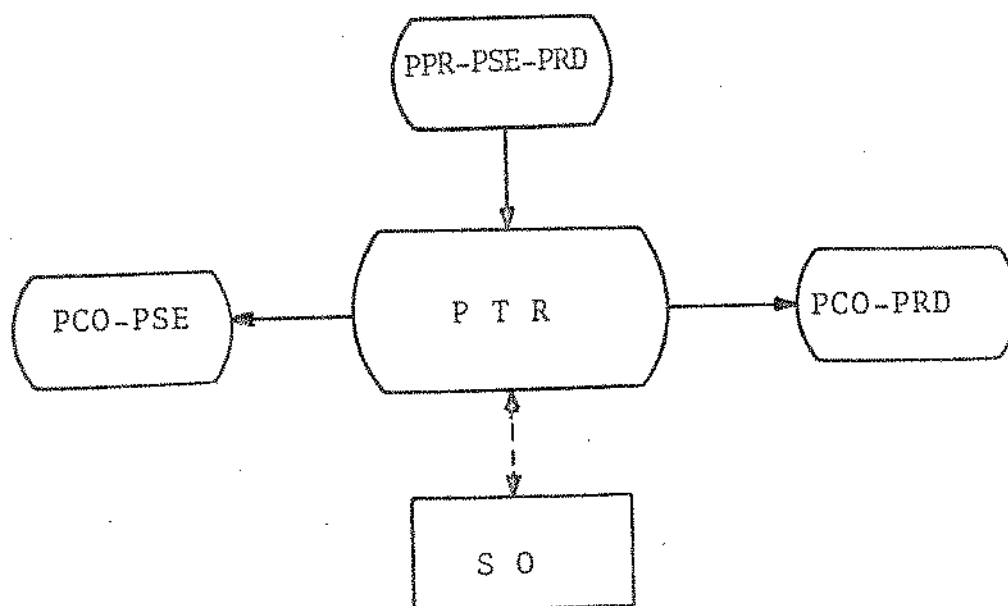
3 : Teste Individual em Classe 3;

G : Teste Individual Geral a todas as classes;

I : Teste de Integração.

7.2. Testes Individuais do Processo PTR

Na execução dos Testes Individuais do Processo PTR foram utilizados um Processo Produtor (PPR), dois Processos Consumidores (PCO) e o Sistema Operacional (SO) (Ver Fig.7.1).



————— : Troca de mensagens através do Sistema Operacional

----- : Interação com o Sistema Operacional, através de primitivas

PTR : Processo de Transporte

PPR-PSE-PRD: Processo Produtor-PSE-PRD

PCO-PSE : Processo Consumidor-PSE

PCO-PRD : Processo Consumidor-PRD

SO : Sistema Operacional

Figura 7.1 : Processos utilizados nos testes individuais do Processo PTR.

O Processo PPR-PSE-PRD simula o envio de mensagens dos Processos PSE e PRD da ETR. Este processo, retira todas as mensagens existentes num arquivo de entrada e as envia ao Processo PTR. O Processo PTR recebe essas mensagens, trata-as adequadamente e eventualmente envia outras mensagens aos Processos PSE e PRD da ETR; esses processos são simulados nos testes pelos processos consumidores PCO-PSE e PCO-PRD, respectivamente. Esses processos consumidores simplesmente devolvem ao Sistema Operacional os blocos de memória recebidos nas mensagens.

O Sistema Operacional também participa dos testes, através das chamadas de suas primitivas. Este Sistema Operacional é o próprio utilizado no processador, com a seguinte restrição : por limitação do simulador do 8085, o Sistema Operacional não possui uma base de tempo para a utilização em sua tabela de temporizadores; desta forma, nunca informa ao Processo PTR sobre o esgotamento de temporizadores. Para solucionar esta restrição, foram geradas mensagens de esgotamento de temporizações no próprio Processo Produtor PPR-PSE-PRD, simulando assim uma parte do Sistema Operacional.

Todos os passos executados pelo Processo PTR são gravados num arquivo de saída através da utilização de rotinas de depuração do Sistema Operacional.

Para facilitar o teste de uma situação específica, criou-se uma mensagem de teste que possibilita alterar diretamente as variáveis das linhas das tabelas TCT, TCRE e TMU. Essa mensagem só pode ser utilizada em fase de teste.

A Mensagem de Teste possui os seguintes campos :

TABELA : tipo de tabela a ser alterada;
LINHA\$TAB : linha da tabela a ser alterada;
DADOS : dados a serem inseridos na linha da tabela.

Com esta mensagem, muitas situações que seriam de difícil alcance puderam ser testadas facilmente.

Para facilitar ainda mais a organização dos testes individuais, criou-se além da categoria vista no item anterior, um campo de subcategoria :

TESTE.EEE

SAÍDA.SSS

|||

|||

|| Numeração dos testes dentro da subcategoria :

|| de 0 a 9;

| Subcategoria :

| 0 : Conexão de Transporte;

| 1 : Desconexão de Transporte;

| 2 : Transferência de Dados;

| 3 : Esgotamento de Temporização;

| 4 : Desconexão de Rede;

| 5 : Reinicialização de Rede ("RESET");

| 6 : Ressincronização;

| 7 : Reatribuição;

| 8 : Anormalidades;

| 9 : Gerais.

Categoria : 0,1,2,3,G e I.

O número total de testes individuais realizados é o seguinte:

Classe 0 : 21;

Classe 1 : 35;

Classe 2 : 25;

Classe 3 : 39;

Classe G : 36;

TOTAL : 156.

A seguir mostram-se os testes individuais realizados nas categorias 0,1,2,3,e G.

7.2.1. Testes Individuais em Classe 0

Foram realizados os seguintes testes em Classe 0 :

a) Conexão de Transporte

- 000 : Conexão Normal Local;
- 001 : Conexão Normal Remota;
- 002 : Rejeição do Pedido de Conexão Local;
- 003 : Rejeição do Pedido de Conexão Remoto;
- 004 : Pedido de Conexão Local seguido de Pedido de Desconexão;
- 005 : Pedido de Conexão Remoto seguido de Pedido de Desconexão;
- 006 : Conexão Local com rede ocupada/desocupada.

b) Desconexão de Transporte

- 010 : Desconexão Normal Local;
- 011 : Desconexão Normal Remota.

c) Transferência de Dados

- 020 : Transferência Normal de Dados.

d) Esgotamento de Temporização

- 030 : Conexão de Transporte Local;
- 031 : Conexão de Transporte Remota;
- 032 : Conexão de Rede.

e) Desconexão de Rede

- 040 : Desconexão de Rede - Terminação Implícita;
- 041 : Rejeição de Conexão de Rede na Conexão de Transporte.

f) Reinicialização de Rede

- 050 : Reinicialização de Rede.

g) Anormalidades

- 080 : Recepção de Mensagens e Blocos Anormais;
- 081 : Recepção de bloco TER;
- 082 : Tentativa local e remota de conexão em Classe 0 com dados acelerados, controle de fluxo e dados de usuário;
- 083 : Recepção de bloco TDR em estado diferente de Conectando localmente;
- 084 : Tentativa remota de utilização de "Emprego de Confirmação de Recepção em Classe 1".

7.2.2. Testes Individuais em Classe 1

Foram realizados os seguintes testes em Classe 1 :

a) Conexão de Transporte

- 100 : Conexão Normal Local;
- 101 : Conexão Normal Remota;
- 102 : Rejeição do Pedido de Conexão Local;
- 103 : Rejeição do Pedido de Conexão Remoto;
- 104 : Pedido de Conexão Local seguido de Pedido de Desconexão;
- 105 : Pedido de Conexão Remoto seguido de Pedido de Desconexão;
- 106 : Rejeição Local e Remota na negociação do uso de Dados Acelerados;
- 107 : Redução local e remota de Classe 1 para Classe 0;
- 108 : Recepção de blocos da Fase de Transferência de Dados no estado "Bloco TCC Pendente".

b) Desconexão de Transporte

- 110 : Desconexão Normal Local;
- 111 : Desconexão Normal Remota.

c) Transferência de Dados

- 120 : Transferência Normal de Dados, com e sem Dados Acelerados;
- 121 : Recepção de Dados Acelerados com a rede ocupada/desocupada.

d) Esgotamento de Temporização

- 130 : Conexão de Transporte Local;
- 131 : Conexão de Transporte Remota;
- 132 : Conexão de Rede;
- 133 : Desconexão de Transporte Local;
- 134 : Reatribuição;
- 135 : Ressincronização.

e) Desconexão de Rede

- 140 : Desconexão de Rede;
- 141 : Rejeição de Conexão de Rede na Conexão de Transporte.

f) Reinicialização de Rede

- 150 : Reinicialização de rede;
- 151 : Reinicialização de Rede em estado "Bloco TCC Pendente";
- 152 : Reinicialização de Rede com perda de bloco TCC;
- 153 : Reinicialização de Rede, pedida pelo Processo PSE.

g) Ressincronização

- 160 : Pedido de Ressincronização Remoto;
- 161 : Recepção de blocos duplicados na Ressincronização.

h) Reatribuição

- 170 : Reatribuição Normal Local em todos os estados;
- 171 : Reatribuição Normal Remota em todos os estados;
- 172 : Reatribuição Remota Forçada.

i) Anormalidades

- 180 : Recepção de Mensagens e Blocos Anormais;
- 181 : Recepção de bloco TER;
- 182 : Erro local e remoto na negociação do uso de Dados Acelerados e Controle de Fluxo;
- 183 : Erro de Sequência em blocos, na fase de Transferência de Dados;
- 184 : Tentativa de reatribuição remota, sem a utilização de blocos de reatribuição.

7.2.3. Testes Individuais em Classe 2

Foram realizados os seguintes testes em Classe 2 :

a) Conexão de Transporte

- 200 : Conexão Normal Local;
- 201 : Conexão Normal Remota;
- 202 : Rejeição do Pedido de Conexão Local;
- 203 : Rejeição do Pedido de Conexão Remoto;
- 204 : Pedido de Conexão Local seguido de Pedido de Desconexão;
- 205 : Pedido de Conexão Remoto seguido de Pedido de Desconexão;
- 206 : Rejeição local e remota de uso de Controle de Fluxo.

b) Desconexão de Transporte

- 210 : Desconexão Normal Local;
- 211 : Desconexão Normal Remota.

c) Transferência de Dados

- 220 : Transferência Normal de Dados, com e sem Controle de Fluxo e Dados Acelerados;
- 221 : Redução dos Créditos Locais.

d) Esgotamento de Temporização

- 230 : Conexão de Transporte Local;
- 231 : Conexão de Transporte Remota;
- 232 : Conexão de Rede;
- 233 : Desconexão de Transporte Local.

e) Desconexão de Rede

- 240 : Desconexão de Rede;
- 241 : Rejeição de Conexão de Rede na Conexão de Transporte.

f) Reinicialização de Rede

- 250 : Reinicialização de Rede.

g) Anormalidades

- 280 : Recepção de Mensagens e Blocos Anormais;
- 281 : Recepção de bloco TER;
- 282 : Erro local e remoto na negociação do uso de Controle de Fluxo e Dados Acelerados;
- 283 : Redução Remota de Créditos em Classe 2.

h) Gerais

- 290 : Uso de Multiplexação(Conexão,Dados e Desconexão);
- 291 : Envio de blocos TCR e TDR com rede Ocupada/Desocupada;
- 292 : Reutilização de Conexão de Rede Inativa, na Multiplexação.

7.2.4. Testes Individuais em Classe 3

Foram realizados os seguintes testes em Classe 3 :

a) Conexão de Transporte

- 300 : Conexão Normal Local;
- 301 : Conexão Normal Remota;
- 302 : Rejeição do Pedido de Conexão Local;
- 303 : Rejeição do Pedido de Conexão Remoto;
- 304 : Pedido de Conexão Local seguido de Pedido de Desconexão;
- 305 : Pedido de Conexão Remoto seguido de Pedido, de Desconexão;
- 306 : Redução Local e Remota de Classe 3 para Classe 2;
- 307 : Recepção de blocos da Fase de Transferência de Dados no estado "Bloco TCC Pendente".

b) Desconexão de Transporte

- 310 : Desconexão Normal Local;
- 311 : Desconexão Normal Remota.

c) Transferência de Dados

- 320 : Transferência Normal de Dados;
- 321 : Redução Remota de Créditos;
- 322 : Redução Local de Créditos.

d) Esgotamento de Temporização

- 330 : Conexão de Transporte Local;
- 331 : Conexão de Transporte Remota;
- 332 : Conexão de Rede;
- 333 : Desconexão de Transporte Local;
- 334 : Reatribuição;
- 335 : Ressincronização.

e) Desconexão de Rede

- 340 : Desconexão de Rede;
- 341 : Desconexão de Rede em Multiplexação com mistura de Classes 3 e 2;
- 342 : Rejeição de Conexão de Rede na Conexão de Transporte.

f) Reinicialização de Rede

- 350 : Reinicialização de Rede;
- 351 : Reinicialização de Rede em Multiplexação com mistura de Classes 3 e 2;
- 352 : Reinicialização de Rede em estado "Bloco TCC Pendente";
- 353 : Reinicialização de Rede com perda de bloco TCC.

g) Ressincronização

- 360 : Pedido de Ressincronização Remoto;
- 361 : Recepção de blocos duplicados na Ressincronização;
- 362 : Redução de Créditos Remotos seguido de Ressincronização.

h) Reatribuição

- 370 : Reatribuição Normal Local em todos os estados;
- 371 : Reatribuição Normal Remota em todos os estados;
- 372 : Reatribuição Remota Forçada.

1) Anormalidades

- 380 : Recepção de Mensagens e Blocos Anormais;
- 381 : Recepção de bloco TER;
- 382 : Erro de Sequência em blocos, na fase de Transferência de Dados;
- 383 : Tentativa de Reatribuição Remota sem a utilização de bloco de reatribuição;
- 384 : Tentativa de Reatribuição Remota, de outra ETR;
- 385 : Tentativa local e remota de mistura de Classe 3 local e remota.

j) Gerais

- 390 : Uso de Multiplexação(Conexão,Dados e Desconexão).

7.2.5. Testes Individuais Gerais a todas as classes

Foram realizados os seguintes testes gerais a todas as classes :

a) Conexão de Transporte

- G01 : Conexão Remota com mudança de PAST;
- G02 : Pedido de Conexão Local e Remoto em classe não oferecida;
- G03 : Conexão Local com rede ocupada/desocupada;
- G04 : Conexão Remota com o uso de todos os parâmetros;
- G05 : Confirmação Remota de Conexão, com o uso de todos os parâmetros;
- G06 : Conexão Remota com mudança de PAST, seguida de desconexão local e remota;
- G07 : Conexão Local e Remota com diminuição de classe;
- G08 : Conexão Local e Remota com mudança de PAST.

b) Desconexão de Transporte

- G10 : Desconexão Espúria;
- G11 : Colisão de blocos de Solicitação de Desconexão;
- G12 : Desconexão local e remota em conexões de transporte com blocos armazenados e temporizações ativas.

c) Transferência de Dados

- G20 : Uso de Segmentação na Transferência de Dados;
- G21 : Entrada e Saída do estado de ocupação para dados normais;
- G22 : Entrada e Saída do estado de ocupação para dados acelerados;
- G23 : Envio de blocos usados na Fase de Transferência de Dados com a rede ocupada/desocupada;
- G24 : Virada das filas de dados.

d) Esgotamento de Temporização

- G30 : Análise de Recursos;
- G31 : Inatividade de Rede.

e) Anormalidades

- G80 : Mensagem de Rede em Conexão de Rede não utilizada;
- G81 : Recepção de mensagem desconhecida do PSE;
- G82 : Recepção de mensagem desconhecida do PRD;
- G83 : Erro local na Negociação;
- G84 : Erro remoto na Negociação;
- G85 : Pedido de Conexão Local em PAST já utilizado;
- G86 : Blocos de Transporte com Referências de Destino e tipo anormais;
- G87 : Recepção de blocos TCR e TCC em estados anormais;
- G88 : Conexão de rede com Identificador de Protocolo Desconhecido;
- G89 : Recepção de bloco com parâmetro anormal.

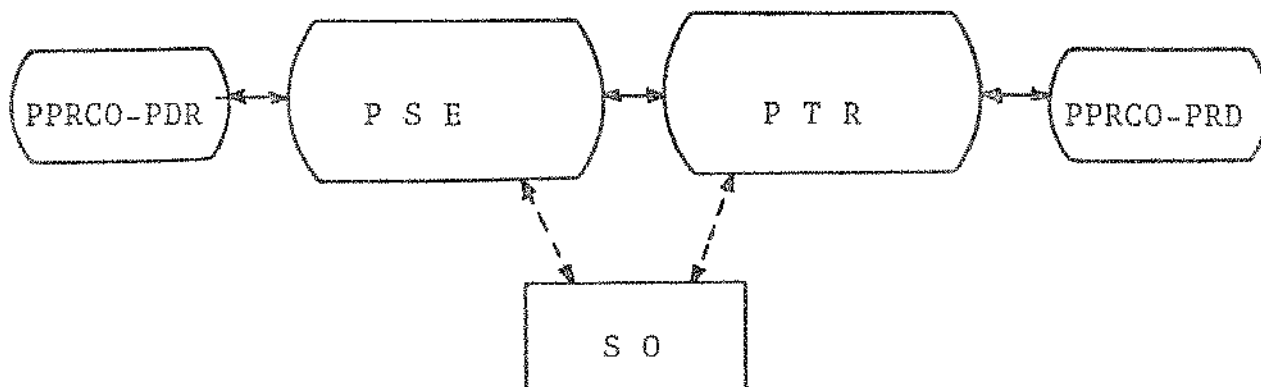
f) Gerais

- G90 : Recepção de bloco TER com desconexão já em andamento;
- : Desativação da ETR;

7.3. Testes de Integração da ETR

Os testes de Integração foram realizados sobre os Processos PTR e PSE da ETR. Não foram realizados sobre os outros processos da ETR devido ao fato destes terem sido pouco alterados em relação à versão do equipamento Conversor de Protocolo X.25 (CX.25) [EMIL84] que já está em funcionamento normal.

Na execução dos Testes de Integração dos Processos PTR e PSE foram utilizados dois Processos, ambos fazendo o papel de Produtor e Consumidor (PPRCO) e também o Sistema Operacional (Ver Fig.7.2).



_____ : Troca de mensagens através do Sistema Operacional

----- : Interação com o Sistema Operacional, através de primitivas

PTR : Processo de Transporte

PSE : Processo de Sessão

PPRCO-PDR : Processo Produtor e Consumidor, simulando o Processo PDR

PPRCO-PRD : Processo Produtor e Consumidor, simulando o Processo PRD

SO : Sistema Operacional

Figura 7.2 : Processos utilizados nos testes de integração da ETR.

Os processos PPRCO-PDR e PPRCO-PRD simulam os processos Driver (PDR) e de Rede (PRD) da ETR, respectivamente; eles retiram de um arquivo de entrada um conjunto de mensagens e as enviam aos Processos PSE e PTR, respectivamente. Eles também consomem mensagens recebidas desses processos.

Os Processos PTR e PSE recebem essas mensagens, tratam-nas adequadamente e eventualmente interagem entre si.

A sincronização dos Processos PTR e PSE com os processos produtores é feita através do conceito de "Cadeia de Mensagens". Um processo produtor, assim que receber uma mensagem de um processo que está sendo testado, envia a este uma cadeia de mensagens; essa cadeia pode ter várias mensagens, uma única mensagem ou até mesmo nenhuma mensagem. O processo produtor de número lógico mais baixo dá início ao procedimento de geração de mensagens e a partir daí só serão geradas mensagens quando um dos processos produtores receber uma mensagem. Cada processo produtor utiliza o seu arquivo de entrada de dados. O arquivo de saída é único, mostrando sequencialmente os passos executados pelos Processos PTR e PSE.

O Sistema Operacional participa da mesma forma mostrada nos testes individuais (Ver item 7.2).

Foram realizados os seguintes Testes de Integração :

- I01 : Conexão de Transporte Local e Remota;
- I02 : Desconexão de Transporte Local e Remota;
- I03 : Transferência de Dados Normais e Acelerados;
- I04 : Solicitação de Reinicialização de Rede;
- I05 : Solicitação de Desativação da Estação de Transporte.

CAPÍTULO 8

CONCLUSOES

8. CONCLUSÕES

A Estação de Transporte de Dados desenvolvida representa uma implementação pioneira das Recomendações X.224, X.214 e X.213 do CCITT para a Interconexão de Sistemas Abertos; o trabalho oferece uma ilustração completa do projeto de um equipamento que executa o protocolo de transporte; acreditamos que é uma contribuição substancial à área de protocolos de redes de computadores. Com a implantação no Brasil da Rede Pública de Pacotes, este trabalho pode servir de orientação para a implementação desse protocolo nos equipamentos dos usuários da rede que necessitarem de uma melhor qualidade na sua comunicação.

A Estação de Transporte de Dados possui grandes perspectivas de se tornar um equipamento bastante útil nas redes de computadores; com a padronização internacional dos protocolos de comunicação, a tendência nas redes de computadores é que esses protocolos deixem de ser implementados nos processadores centrais e fiquem implementados em processadores dedicados à comunicação. A ETR dá um grande passo nesse sentido, pois oferece um processador de comunicação dedicado, com quatro níveis de protocolo.

Este trabalho possui potencialidade e flexibilidade para ser utilizado totalmente ou parcialmente no Sistema Interno de Interconexão da Rede ou na própria Interconexão de Redes; existem diversos tipos de comunicação interna à rede ou entre redes que necessitam de uma melhor qualidade e confiabilidade para a troca de informações tais como : conexão do Centro de Supervisão e Controle de Rede aos Nós de Comutação de Pacotes de uma rede, conexão entre Nós de Comutação de redes distintas, conexão de Concentradores remotos supervisionados pelo Nó de Comutação, etc.

A Estação de Transporte de Dados pode ser utilizada como parte de um equipamento Teletex, visto que oferece acesso a uma rede de comunicação e executa a Classe 0 do Protocolo de Transporte que é totalmente compatível com o Protocolo de Transporte dos Terminais Teletex.

A Estação de Transporte de Dados implementada oferece alguns dados interessantes a respeito de quantidade de memória necessária para a implementação desses protocolos de comunicação; os valores mostrados a seguir são valores aproximados, incluindo áreas de código e dados dos processos, gerados em PL/M-80:

- Sistema Operacional (incluindo os "Drivers") : 3 Kbytes;
- Lista de Blocos Livres do SO : 10 Kbytes;
- Processo de Enlace (PEN) : 5 Kbytes;
- Processo de Rede (PRD) : 9 Kbytes;
- Processo de Transporte (PTR) : 21 Kbytes;
- Processo de Controle do Transporte (PSE) : 7 Kbytes;
- Processo "Driver" da Aplicação (PDR-cada um) : 1,5 Kbytes.

Neste trabalho mencionaram-se alguns protocolos de comunicação ainda em estudos; esses protocolos fazem parte dos Protocolos de Alto Nível responsáveis pelas aplicações específicas. O CCITT e a ISO já padronizaram o protocolo da Camada de Sessão e estão trabalhando para padronizar também os protocolos das Camadas de Apresentação e Aplicação. Só quando essas camadas estiverem totalmente padronizadas será possível a Interconexão Total de Sistemas Abertos.

Em prosseguimento ao trabalho desenvolvido nesta tese, podemos sugerir os seguintes trabalhos que consideramos de grande importância dentro da área de protocolos de comunicação :

- desenvolvimento de uma Estação de Transporte de Dados que implemente o Protocolo de Transporte de Classe 4, oferecendo assim melhor qualidade para a comunicação entre usuários;
- desenvolvimento de Estações de Comunicação com os protocolos de alto nível já existentes em redes e equipamentos particulares : Sessão, Apresentação e Aplicação;
- desenvolvimento de protocolos de transporte particulares, específicos para certas aplicações.

CAPÍTULO 9

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

|CCITT72|

CCITT

Recommendation V.3 :
International Alphabet N 5.
1972.

|CCITT80a|

CCITT

Draft Recommendation S.70 :
Network-Independent Basic Transport Service for Teletex.
1980.

|CCITT80b|

CCITT

Recommendation X.25 :
Interface between Data Terminal Equipment (DTE) and Data Circuit
Terminating Equipment (DCE) for Terminals operating in the Packet
Mode on Public Data Networks.
1980.

|CCITT80c|

CCITT

Recommendation X.75 :
Terminal and Transit Call Control Procedures and Data Transfer
System on International Circuits between Packet-Switched Data
Networks.
1980.

|CCITT82a|

CCITT

Proyecto de Recomendación X.213 :
Definición del Servicio de Red en la Interconexión de Sistemas
Abiertos para Aplicaciones del CCITT.
Mayo, 1982.

|CCITT82b|

CCITT

Proyecto de Recomendación X.214 :

Definición del Servicio de Transporte en la Interconexión de
Sistemas Abiertos para Aplicaciones del CCITT.

Mayo, 1982.

|CCITT82c|

CCITT

Proyecto de Recomendación X.224 :

Especificación de Protocolo de Transporte en la Interconexión de
Sistemas Abiertos para Aplicaciones del CCITT.

Mayo, 1982.

|CCITT83a|

CCITT

Proyecto de Recomendación X.200 :

Modelo de Referência de Interconexión de Sistemas Abiertos para
Aplicaciones del CCITT.

1983.

|CCITT83b|

CCITT

Proyecto de Recomendación X.210 :

Convenciones Relativas al Servicio de Capa en la Interconexión de
Sistemas Abiertos para Aplicaciones del CCITT.

Julio, 1983.

|CCITT83c|

CCITT

Anteproyecto de Recomendación X.211 :

Definición del Serviço Físico en la Interconexión de Sistemas
Abiertos para Aplicaciones del CCITT en Servicios con Conexión.

Diciembre, 1983.

|CCITT83d|

CCITT

Anteproyecto de Recomendación X.212 :

Definición del Servicio de Enlace de Datos en la Interconexión de Sistemas Abiertos para Aplicaciones del CCITT en Servicios de Conexión.

Diciembre, 1983.

|CCITT83e|

CCITT

Proyecto de Recomendación X.213 :

Definición del Servicio de Red en la Interconexión de Sistemas Abiertos para Aplicaciones del CCITT.

Junio, 1983.

|CCITT83f|

CCITT

Proyecto de Recomendación X.214 :

Definición del Servicio de Transporte en la Interconexión de Sistemas Abiertos para Aplicaciones del CCITT.

Junio, 1983.

|CCITT83g|

CCITT

Proyecto de Recomendación X.217 :

Definición de los elementos del Servicio de Aplicación Comunes en la Interconexión de Sistemas Abiertos para Aplicaciones del CCITT.

Julio, 1983.

|CCITT83h|

CCITT

Proyecto de Recomendación X.225 :

Protocolo de Sesión Orientado a Conexiones de Interconexión de Sistemas Abiertos para las Aplicaciones del CCITT.

Diciembre, 1983.

|CCITT84a|

CCITT

Draft Recommendation X.216 :

Presentation Layer Service Definition of Open Systems
Interconnection for CCITT Applications for Connection Oriented
Service.

February, 1984.

|CCITT84b|

CCITT

Proyecto de Recomendación X.224 :

Especificación de Protocolo de Transporte en la Interconexión de
Sistemas Abiertos para Aplicaciones del CCITT.

Enero, 1984.

|DAVI80|

D.W.Davies, D.L.A.Barber, W.L.Prince and C.M.Solomonides.
Computer Networks and Their Protocols.

June, 1980.

|DIGITAL80|

Digital Equipment Corp., Intel Corp., Xerox Corp.

The ETHERNET : A Local Area Network

Sept.1980.

|EMIL84|

Emiliano, José Roberto Leite

O Conversor de Protocolo Assíncrono/Síncrono(X.25).

Segundo Simpósio Brasileiro de Telecomunicações.

Setembro, 1984.

|GRIZ80|

Grizendi, Eduardo Cezar.

Protocolo de Transporte da Rexpac.

1980.

|ISO82|

ISO

DIS 7498 :

Information Processing Systems - Open Systems Interconnection -
Basic Reference Model.

22/04/82.

|ISO83a|

ISO

ISO 7498 :

Basic Reference Model for Open Systems Interconnection.

1983.

|ISO83b|

ISO

ISO/TC97/SC16/N1685 :

Information Processing Systems - Open Systems Interconnection -
Basic Connection Oriented Session Service Definition.

November, 1983.

|ISO83c|

ISO

ISO/TC97/SC16/N1686 :

Information Processing Systems - Open Systems Interconnection -
Basic Connection Oriented Session Protocol Specification.

November, 1983.

|ISO84a|

ISO

ISO/TC97/SC6/N2990 :

Information Processing Systems - Data Communications - Network
Service Definition.

January, 1984.

|ISO84b|

ISO

DIS 8072 :

Information Processing Systems - Open Systems Interconnection -
Transport Service Definition.

24/05/84.

|ISO84c|

ISO

DIS 8073 :

Information Processing Systems - Open Systems Interconnection -
Connection Oriented Transport Protocol Specification.
24/05/84.

|JARD81|

Jardins, Richard des

Overview and Status of the ISO Reference Model of Open Systems
Interconnection.

Computer Networks-April, 1981.

|KNIG82a|

Knightson, K.G.

"Transport Layer", State of the art report on "Network
Architecture".

Pergamon Infotech- February, 1982.

|KNIG82b|

Knightson, K.G.

The Transport Layer

Sixth ICC - September, 1982.

|KNIG83|

Knightson, K.G.

The Transport Layer Standardization

Proceedings IEEE - December, 1983.

|MENA82|

Menascé, Daniel Alberto; Schwabe, Daniel.

Redes de Computadores.

Terceira Escola de Computação - 1982.

|STIU81|

Stiubiener, Stefania.

Protocolo de Transporte para Redes de Computadores

Tese de Doutorado, Escola Politécnica da USP.

1981.

|STUD83|

Studnitz, Peter von

Transport Protocols : Their Performance and Status in International Standardization.

Computer Networks - 1983.

|TANE81|

Tanenbaum, A.S.

Computer Networks

Prentice-Hall, Inc, 1981.

|WOOD82|

Wood, B.M.

Open Systems Interconnection - Basic Concepts and Current Status.

ISCC - 1982.

|ZIMM83|

Zimmermann, H.; Day, J.D.

The OSI Reference Model

Proceedings IEEE - December 1983.

ANEXO 1

COMANDOS E SINAIS DE AVISO DO PROTOCOLO ASSÍNCRONO

ANEXO 1 : COMANDOS E SINAIS DE AVISO DO PROTOCOLO ASSÍNCRONO

O Protocolo Assíncrono definido é formado por Caracteres Especiais, Comandos e Sinais de Aviso. Os Caracteres Especiais servem para indicar alguma mudança no fluxo dos dados trocados, tais como : Controle de Fluxo, Edição, Escape da Fase de Transferência de Dados e Indicação de Sinal de Aviso. Os Comandos servem para solicitar algum procedimento especial, tais como : Conexão, Desconexão e Envio de Dados Acelerados. Os Sinais de Aviso servem para comunicar aos usuários o que está ocorrendo nas Conexões de Transporte, tais como : Conexão Remota, Confirmação de Conexão, Desconexão e Dados Acelerados Recebidos.

Os Comandos existentes no Protocolo Assíncrono são os seguintes :

TCREQ : Comando de Solicitação de Estabelecimento de Conexão de Transporte;
TDREQ : Comando de Liberação de Conexão de Transporte;
TEDREQ : Comando de Solicitação de Envio de Dados Acelerados;
TSCOM : Comando de Comunicação Geral de Serviço de Transporte.

Os Sinais de Aviso existentes no Protocolo Assíncrono são os seguintes :

TCCON : Indicação de Confirmação de Estabelecimento de Conexão de Transporte;
TCIND : Indicação de Conexão de Transporte Estabelecida a pedido de usuário remoto;
TDIND : Indicação de Liberação de Conexão de Transporte;
TEDIND : Indicação de Recepção de Dados Acelerados;
TSCOM : Indicação de Comunicação Geral de Serviço de Transporte;
ERR : Indicação de Erro de Comando.

A Fase de Transferência de Dados Normais é distinguida da Fase de Comandos através de "prompts" diferentes, respectivamente os caracteres ASCII "*" e ">".

Os Sinais de Aviso são distinguidos dos dados normais a serem transmitidos aos usuários, através de um caracter especial.

A seguir, mostra-se a sintaxe⁷ dos Comandos e Sinais de Aviso, utilizando-se a "Forma Normalizada de Backus" (BNF). O conjunto de caracteres "<< >>" é utilizado para representar símbolos terminais : << descrição do símbolo terminal >>.

Deve-se observar que quando um parâmetro não for inserido num comando, a ETR assume esse parâmetro com valor zero. O caracter "T" significa TRUE e o caracter "F" significa FALSE; o caracter "(CR)" significa "Carriage Return"; o caracter "(NUL)" significa o caracter "NUL".

a) COMANDOS DA ETR :

-Comando de Solicitação de Estabelecimento de Conexão de Transporte : <TCREQ>

<TCREQ>::= TCREQ:<PAST\$REM>,<END\$CHO>,<OPÇÕES>,<TSC\$DADOS>(CR)

<PAST\$REM>::=<<0 ou 1 caracter>>

(Ponto de Acesso ao Serviço de Transporte Remoto)

<END\$CHO>::=<<de 1-a 14 dígitos decimais em ASCII>>

(Endereço do ETD remoto chamado)

<OPÇÕES>::=<CL><ED><CF>

(Seleção de Opções: Classe, Uso de Dados Acelerados e Uso de Controle de Fluxo)

<CL>::= 0/1/2/3/4

<ED>::= T/F

<CF>::= T/F

<TSC\$DADOS>::=<<de 0 a 32 caracteres>>

(Dados de Usuário)

OBS : este comando só pode ser executado quando não existir ainda conexão de transporte associada à porta lógica.

-Comando de Liberação de Conexão de Transporte : <TDREQ>

<TDREQ>::= TDREQ:<TSD\$DADOS>(CR)

<TSD\$DADOS>::=<<de 0 a 64 caracteres>>

(Dados de Usuário)

OBS : este comando só pode ser executado quando existir conexão de transporte associada à porta lógica.

-Comando de Solicitação de Envio de Dados Acelerados : <TEDREQ>

<TEDREQ>::= TEDREQ:<TSS\$DADOS\$ED>(CR)

<TSS\$DADOS\$ED>::=<<de 1 a 16 caracteres>>

(Dados de Usuário)

OBS : este comando só pode ser executado quando existir conexão de transporte associada à porta lógica.

-Comando de Comunicação Geral de Serviço de Transporte : <TSCOM>

<TSCOM>::= TSCOM:<TIPO\$AVISO>(CR)

<TIPO\$AVISO>::=<<1 dígito decimal em ASCII>>

(Tipo de Aviso : Desativação da ETR = 5,

Reinicialização da Conexão de Rede = 6).

b) SINAIS DE AVISO DA ETR :

-Formatador de Linha("Format Effector") :<FE>

<FE>::=(CR)(LF)<sequência de padding>

<sequência de padding>::=<caracter de padding>/

<caracter de padding><sequência de padding>

<caracter de padding>::=(NUL).

-Indicação de Confirmação de Estabelecimento de Conexão de Transporte : <TCCON>

<TCCON>::= TCCON:<PAST\$RESP>,<OPÇÕES>,<TSC\$DADOS><FE>

<PAST\$RESP>::=<<1 caracter>>

(Ponto de Acesso do Serviço de Transporte respondido remotamente)

<OPÇÕES>::=<CL><ED><CF>

(Seleção de Opções : Classe, Uso de Dados Acelerados e Uso de Controle de Fluxo)

<CL>::= 0/1/2/3/4

<ED>::= T/F

<CF>::= T/F

<TSC\$DADOS>::=<<de 0 a 32 caracteres>>

(Dados de Usuário).

-Indicação de Conexão de Transporte Estabelecida a pedido de usuário remoto : <TCIND>

<TCIND>::= TCIND:<PAST\$REM>,<END\$CHR>,<OPÇÕES>,<TSC\$DADOS><FE>

<PAST\$REM>::=<<1 caracter>>

(Ponto de Acesso ao Serviço de Transporte Remoto)

<END\$CHR>::=<<de 1 a 14 dígitos decimais em ASCII>>

(Endereço do ETD remoto chamador)

<OPÇÕES>::=<CL><ED><CF>

(Seleção de Opções : Classe, Uso de Dados Acelerados e Uso de Controle de Fluxo)

<CL>::= 0/1/2/3/4

<ED>::= T/F

<CF>::= T/F

<TSC\$DADOS>::=<<de 0 a 32 caracteres>>

(Dados de Usuário) .

-Indicação de Liberação de Conexão de Transporte : <TDIND>

<TDIND>::= TDIND:<MOTIVO\$1>,<MOTIVO\$2>,<TSD\$DADOS><FE>

<MOTIVO\$1>::=<<de 1 a 3 dígitos decimais em ASCII>>

(Causa da Liberação)

<MOTIVO\$2>::=<<de 1 a 3 dígitos decimais em ASCII>>

(Diagnóstico da Liberação)

<TSD\$DADOS>::=<<de 0 a 64 caracteres>>

(Dados de Usuário) .

-Indicação de Recepção de Dados Acelerados : <TEDIND>

<TEDIND>::= TEDIND:<TSS\$DADOS\$ED><FE>

<TSS\$DADOS\$ED>::=<<de 1 a 16 caracteres>>

(Dados de Usuário) .

-Indicação de Comunicação Geral de Serviço de Transporte : <TSCOM>

<TSCOM>::=TSCOM:<TIPO\$AVISO>,<PAR\$1>,<PAR\$2><FE>

<TIPO\$AVISO>::=<<um dígito decimal em ASCII>>

(Tipo de Aviso : Ocupação = 0,
Desocupação = 1,
Confirmação = 2,
Perda = 3,
Erro de Mensagem = 4)

<PAR\$1>::=<<um dígito decimal em ASCII>>

(Parâmetro 1 : PSE\$LOC = 0,
PTR\$REM = 1,
TDT = 4,
TED = 5 ou
DIAGNOSTICO)

<PAR\$2>::=<<de 1 a 2 dígitos decimais em ASCII>>

(Parâmetro 2 : Tipo de mensagem errada : TCREQ = 1,
TCRES = 2,
TDREQ = 3,
TDTREQ = 4,
TEDREQ = 5 ou
TSCOM = 11).

-Indicação de Erro de Comando : <ERR>

<ERR>::= ERR:<TIPO\$ERRO><FE>

<TIPO\$ERRO>::=<<1 dígito decimal em ASCII>>

(Tipo de erro cometido : 1 = erro de sintaxe no comando,
2 = solicitação de conexão já estabelecida,
3 = solicitação em conexão não estabelecida).

-Indicação de Confirmação : <IC>

<IC>::=<FE>

-Indicação de "Prompt" : <IP>

<IP>::=<CP><FE>/<CP>

<CP>::= >/*

(Caracter de prompt : >= prompt para comandos,
*= prompt para dados).

ANEXO 2

MENSAGENS TROCADAS NAS INTERFACES DO PROCESSO PTR

ANEXO 2 : MENSAGENS TROCADAS NAS INTERFACES DO PROCESSO PTR

Neste anexo mostram-se detalhadamente as mensagens trocadas nas Interfaces do Processo PTR.

A2.1. Mensagens da Interface PSE - PTR

a) TCREQ : Solicitação de Estabelecimento de Conexão de Transporte
campos :

PAST : Ponto de Acesso ao Serviço de Transporte Local;
PAST\$REM : Ponto de Acesso ao Serviço de Transporte Remoto;
TAM\$END\$CHO : Tamanho do Vetor de Endereço do ETD Chamado;
END\$CHO : Vetor de Endereço do ETD Chamado;
OPÇÕES : Vetor de Opções desejadas pelo usuário :
1) Classe de Serviço de Transporte;
2) Indicador de Uso de Dados Acelerados;
3) Indicador de Uso de Controle de Fluxo;
4) Indicador de Uso de Bloco Curto de Dados;
QUAL\$SERV : Vetor de Qualidade de Serviço desejada pelo usuário;
TSC\$DADOS : Vetor de Dados de Usuário da Conexão de Transporte.

b) TCRES : Aceitação de Conexão de Transporte Remota

campos :

PAST : Ponto de Acesso ao Serviço de Transporte Local;
PAST\$RESP : Ponto de Acesso de Resposta ao Serviço de Transporte Local;
PAST\$REM : Ponto de Acesso ao Serviço de Transporte Remoto;
TAM\$END\$CHR : Tamanho do Vetor de Endereço do ETD Chamador;
END\$CHR : Vetor de Endereço do ETD Chamador;
OPÇÕES : Vetor de Opções desejadas pelo usuário;
QUAL\$SERV : Vetor de Qualidade de Serviço desejada pelo usuário;
TSC\$DADOS : Vetor de Dados de Usuário da Conexão de Transporte.

c) TDREQ : Solicitação de Desconexão de Transporte

campos :

PAST : Ponto de Acesso ao Serviço de Transporte Local;
PAST\$RESP : Ponto de Acesso de Resposta ao Serviço de Transporte Local;
PAST\$REM : Ponto de Acesso ao Serviço de Transporte Remoto;
TAM\$END\$REM : Tamanho do Vetor de Endereço do ETD Remoto;
END\$REM : Vetor de Endereço do ETD Remoto;
TSD\$DADOS : Vetor de Dados de Usuário da Desconexão de Transporte.

d) TDTREQ : Solicitação de Envio de Dados Normais

campos :

PAST : Ponto de Acesso ao Serviço de Transporte Local;
EOT : Marca de Fim de Dados;
PT\$PROX : Ponteiro para o Próximo Bloco da Lista Ligada (Se existir);
TAM : Tamanho da Lista Ligada de Blocos (Se existir);
DADOS : Vetor de Dados Normais de Usuário de Transporte.

e) TEDREQ : Solicitação de Envio de Dados Acelerados

campos :

PAST : Ponto de Acesso ao Serviço de Transporte Local;
TS\$DADOS\$ED : Vetor de Dados Acelerados de Usuário de Transporte.

f) TCIND : Indicação de Conexão de Transporte Remota

campos :

PAST : Ponto de Acesso ao Serviço de Transporte Local;
PAST\$REM : Ponto de Acesso ao Serviço de Transporte Remoto;
TAM\$END\$CHR : Tamanho do Vetor de Endereço do ETD Chamador;
END\$CHR : Vetor de Endereço do ETD Chamador;
OPÇÕES : Vetor de Opções desejadas pelo usuário;
QUAL\$SERV : Vetor de Qualidade de Serviço desejada pelo usuário;
TSC\$DADOS : Vetor de Dados de Usuário da Conexão de Transporte.

g) TCCON : Confirmação da Conexão de Transporte

campos :

PAST : Ponto de Acesso ao Serviço de Transporte Local;
PAST\$RESP : Ponto de Acesso de Resposta ao Serviço de Transporte Local;
OPÇÕES : Vetor de Opções desejadas pelo usuário;
QUAL\$SERV : Vetor de Qualidade de Serviço desejada pelo usuário;
TSC\$DADOS : Vetor de Dados de Usuário da Conexão de Transporte.

h) TDIND : Indicação de Desconexão de Transporte

campos :

PAST : Ponto de Acesso ao Serviço de Transporte Local;
PAST\$REM : Ponto de Acesso ao Serviço de Transporte Remoto;
TAM\$END\$REM : Tamanho do Vetor de Endereço do ETD Remoto;
END\$REM : Vetor de Endereço do ETD Remoto;
MOTIVO : Motivo da ocorrência da Desconexão;
TSD\$DADOS : Vetor de Dados de Usuário de Desconexão de Transporte.

i) TDTIND : Indicação de Recepção de Dados Normais

campos :

PAST : Ponto de Acesso ao Serviço de Transporte Local;

EOT : Marca de Fim de Dados;

PT\$PROX : Ponteiro para o Próximo Bloco da Lista Ligada (Se existir);

TAM : Tamanho da Lista Ligada de Blocos (Se existir);

DADOS : Vetor de Dados Normais de Usuário de Transporte.

j) TEDIND : Indicação de Recepção de Dados Acelerados

campos :

PAST : Ponto de Acesso ao Serviço de Transporte Local;

TS\$DADOS\$ED : Vetor de Dados Acelerados de Usuário de Transporte.

k) TSCOM : Comunicação do Serviço de Transporte

campos :

PAST : Ponto de Acesso ao Serviço de Transporte Local;

TIPO\$AVISO : Tipo de Aviso = OCUPAÇÃO, DESOCUPAÇÃO, CONFIRMAÇÃO, PERDA ou ERRO\$MSG;

PAR : Vetor de Informações Adicionais.

A2.2. Mensagens da Interface PTR - PRD

a) NCREQ : Solicitação de Estabelecimento da Conexão de Rede

campos :

PASN : Ponto de Acesso ao Serviço de Rede;

TAM\$END\$CHO : Tamanho do Vetor de Endereço do ETD Chamado;

END\$CHO : Vetor de Endereço do ETD Chamado;

TAM\$END\$CHR : Tamanho do Vetor de Endereço do ETD Chamador;

END\$CHR : Vetor de Endereço do ETD Chamador;

NSC\$DADOS : Vetor de Dados de Usuário de Conexão de Rede.

b) NCRES : Aceitação de Conexão de Rede Remota

campo :

PASN : Ponto de Acesso ao Serviço de Rede.

c) NDREQ : Solicitação de Desconexão de Rede

campo :

PASN : Ponto de Acesso ao Serviço de Rede.

d) NDTREQ : Solicitação de Envio de Dados Normais de Rede

campos :

PASN : Ponto de Acesso ao Serviço de Rede;
PED\$CONF : Indicador de Pedido de Confirmação;
DADOS : Vetor de Dados Normais de Usuário de Rede.

e) NEDREQ : Solicitação de Envio de Dados Acelerados de Rede

campos :

PASN : Ponto de Acesso ao Serviço de Rede;
DADOS\$ED : Vetor de Dados Acelerados de Usuário de Rede.

f) NRSREQ : Solicitação de Reinicialização de Rede

campo :

PASN : Ponto de Acesso ao Serviço de Rede.

g) NRSRES : Confirmação do Pedido de Reinicialização de Rede

campo :

PASN : Ponto de Acesso ao Serviço de Rede.

h) NAKREQ : Reconhecimento de Dados de Usuário de Rede

campo :

PASN : Ponto de Acesso ao Serviço de Rede.

i) NCIND : Indicação de Conexão de Rede Remota

campos :

PASN : Ponto de Acesso ao Serviço de Rede;
TAM\$END\$CHO : Tamanho do Vetor de Endereço do ETD Chamado;
END\$CHO : Vetor de Endereço do ETD Chamado;
TAM\$END\$CHR : Tamanho do Vetor de Endereço do ETD Chamador;
END\$CHR : Vetor de Endereço do ETD Chamador;
NSC\$DADOS : Vetor de Dados de Usuário de Conexão de Rede.

j) NCCON : Confirmação de Conexão de Rede

campos :

PASN : Ponto de Acesso ao Serviço de Rede;
TAM\$END\$CHO : Tamanho do Vetor de Endereço do ETD Chamado;
END\$CHO : Vetor de Endereço do ETD Chamado.

k) NDIND : Indicação de Desconexão de Rede

campos :

PASN : Ponto de Acesso ao Serviço de Rede;
MOTIVO : Motivo da Desconexão (CAUSA/DIAGNÓSTICO);
TAM\$END\$CHO : Tamanho do Vetor de Endereço do ETD Chamado;
END\$CHO : Vetor de Endereço do ETD Chamado.

1) NDTIND : Indicação de Recepção de Dados Normais de Rede

campos :

PASN : Ponto de Acesso ao Serviço de Rede;

PED\$CONF : Indicador de Pedido de Confirmação;

DADOS : Vetor de Dados Normais de Usuário de Rede.

m) NEDIND : Indicação de Recepção de Dados Acelerados de Rede

campos :

PASN : Ponto de Acesso ao Serviço de Rede;

DADOS\$ED : Vetor de Dados Acelerados de Usuário de Rede.

n) NRSIND : Indicação de Reinicialização de Rede

campos :

PASN : Ponto de Acesso ao Serviço de Rede;

MOTIVO : Motivo da Reinicialização (CAUSA/DIAGNÓSTICO).

o) NRSCON : Confirmação de Pedido de Reinicialização de Rede

campo :

PASN : Ponto de Acesso ao Serviço de Rede.

p) NAKIND : Indicação de Reconhecimento de Dados de Usuário de Rede

campo :

PASN : Ponto de Acesso ao Serviço de Rede.

q) NSCOM : Comunicação do Serviço de Rede

campos :

PASN : Ponto de Acesso ao Serviço de Rede;

TIPO\$AVISO : Tipo de Aviso = SR\$OCUPAÇÃO/SR\$DESOCUPAÇÃO/SR\$DSTISIS.

ANEXO 3

PARÂMETROS DO PROCESSO PTR

ANEXO 3 : PARÂMETROS DO PROCESSO PTR

O Processo PTR possui o módulo PARPTR com todos os seus parâmetros; esses parâmetros podem ser alterados em tempo de compilação. A seguir, descreve-se o conjunto desses parâmetros.

a) Valores de Temporizadores

VAL\$T\$C\$RD : Valor do Temporizador de Conexão de Rede;
VAL\$T\$C\$TR\$LOC : Valor do Temporizador de Conexão de Transporte Local;
VAL\$T\$C\$TR\$REM : Valor do Temporizador de Conexão de Transporte Remota;
VAL\$T\$D\$TR\$LOC : Valor do Temporizador de Desconexão de Transporte Local;
VAL\$T\$REATR : Valor do Temporizador de Reatribuição;
VAL\$T\$RESSIN : Valor do Temporizador de Ressincronização;
VAL\$T\$INATIV : Valor do Temporizador de Inatividade de Rede;
VAL\$T\$ANAL\$REC : Valor do Temporizador de Análise de Recursos Internos.

b) Fila de Armazenamento FTRTDT

TAM\$FTRTDT : Tamanho do vetor da fila FTRTDT;
MS\$FTRTDT : Margem de Segurança da fila FTRTDT; a partir desse valor, o PTR avisa ao PSE que está ocupado para a recepção de novas mensagens de dados normais;
MH\$FTRTDT : Margem de Histerese da fila FTRTDT; a partir desse valor, o PTR avisa ao PSE que voltou a se desocupar para a recepção de novas mensagens de dados normais.

c) Fila de Armazenamento FTRTED

TAM\$FTRTED : Tamanho do Vetor da fila FTRTED;
MS\$FTRTED : Margem de Segurança da fila FTRTED; a partir desse valor o PTR avisa ao PSE que está ocupado para a recepção de novas mensagens de dados acelerados;
MH\$FTRTED : Margem de Histerese da fila FTRTED; a partir desse valor, o PTR avisa ao PSE que voltou a se desocupar para a recepção de novas mensagens de dados acelerados.

d) Fila de Armazenamento FRECTDT

TAM\$MAX\$LISTA : Número máximo de elementos da Lista Ligada de blocos TDTs recebidos da entidade de transporte remota.

e) Recursos Internos

MARGEM\$SEG : Margem de Segurança dos Recursos Internos; a partir desse valor o PTR executa um controle de fluxo mais rígido sobre as entidades de transporte remotas;

MARGEM\$HIST : Margem de Histerese dos Recursos Internos; a partir desse valor o PTR retorna a executar um controle de fluxo normal sobre as entidades de transporte remotas.

f) Tamanho das Tabelas

TAM\$TCT : Tamanho da Tabela de Conexões de Transporte;

TAM\$TCRE : Tamanho da Tabela de Conexões de Rede;

TAM\$TMU : Tamanho da Tabela de Multiplexação.

g) Parâmetros associados à Conexão de Transporte

JAN\$TR : Janela de Transmissão do Protocolo de Transporte;

NUM\$IN\$C\$RD : Número Máximo de Tentativas de Conexão de Rede;

NUM\$IN\$C\$TR\$LOC : Número Máximo de Tentativas de Conexão de Transporte Local;

NUM\$IN\$D\$TR\$LOC : Número Máximo de Tentativas de Desconexão de Transporte Local;

NUM\$IN\$RESSIN : Número Máximo de Tentativas de Ressincronização.

h) Classes de Protocolos de Transporte Oferecidas Localmente

EX\$CLASSE\$0 : Indicador de Existência da Classe 0;

EX\$CLASSE\$1 : Indicador de Existência da Classe 1;

EX\$CLASSE\$2 : Indicador de Existência da Classe 2;

EX\$CLASSE\$3 : Indicador de Existência da Classe 3.

1) Parâmetros Gerais

MOD\$NUM\$REF : Módulo do Número de Referência Local;
NUM\$MAX\$MULT : Número máximo de multiplexações sobre uma única
conexão de rede;
END\$SIST\$TR : Endereço de Rede da ETR;
NSC\$DADOS : Vetor de Dados de Usuário de Conexão de Rede; é nesse
vetor que existe o Identificador do Protocolo de
Transporte.

ANEXO 4

PROCEDIMENTOS DO PROCESSO PTR

ANEXO 4 : PROCEDIMENTOS DO PROCESSO PTR

O Processo PTR é composto por um conjunto de Módulos com diversos procedimentos; mostram-se neste anexo os procedimentos existentes em cada módulo.

a) VISUAL : Módulo com os procedimentos de visualização das tabelas e dos testes;

VISUAL\$TCT : Mostra o conteúdo de uma linha da Tabela de Conexões de Transporte;

VISUAL\$TCRE : Mostra o conteúdo da Tabela de Conexões de Rede;

VISUAL\$TMU : Mostra o conteúdo da Tabela de Multiplexação;

VISUAL\$BLOCO\$REC : Mostra as variáveis recebidas no bloco de transporte;

T\$MSG\$TESTE : Trata a mensagem de teste utilizada para a inserção de um determinado contexto numa determinada tabela;

INIC\$VARS\$BLOCO : Inicializa as variáveis usadas na recepção dos blocos de transporte.

b) PGER : Módulo com os Procedimentos Gerais;

LIBERA : Libera o bloco armazenado;

TEMP : Concatena o Tipo de Temporizador ao Índice de Tabela a ser manipulado;

DESLIGA\$TEMPS\$ATIVAS : Desliga todas as Temporizações Ativas em uma Conexão de Transporte;

ALTERA\$CONTEXTO : Copia as variáveis da linha da TCT nas variáveis de contexto de tratamento;

RETORNA\$CONTEXTO : Copia as variáveis de contexto de tratamento nas variáveis da linha da TCT;

DEVOLVE\$FILA : Devolve os elementos da fila desejada;

DEVOLVE\$FILAS : Devolve os elementos de todas as filas associadas a uma conexão de transporte;

LIBERA\$RECURSO : Libera todos os recursos (filas e temporizações) associados a uma conexão de transporte;

INIC\$CONTR\$FLX : Inicializa as variáveis de Controle de Fluxo de uma conexão de transporte;

APANHA\$PROX\$NUM\$REF : Apanha o próximo Número de Referência a ser utilizado numa nova conexão de transporte;

INICIALIZA : Inicializa as variáveis do Processo PTR.

c) PROCTB : Módulo com os procedimentos de procura à tabela;

PROC\$LINHA\$LIVRE : Procura uma linha livre nas tabelas TCT e TMU;
PROC\$PAST : Procura na TCT uma conexão de transporte com um determinado Ponto de Acesso ao Serviço de Transporte;
PROC\$END\$CHO : Procura na TCT ou TMU uma linha de tabela com um determinado Endereço de ETD Chamado;
PROC\$NUM\$REF\$LOC : Procura na TCT uma conexão de transporte com um determinado Número de Referência Local;
PROC\$PARAM : Procura um parâmetro específico no vetor de parâmetros.

d) EMPSE : Módulo com os procedimentos de Envio de Mensagens ao Processo PSE;

ENV\$MSG : Envia uma mensagem a um processo específico;
ENV\$MSG\$TCIND : Envia a mensagem TCIND ao PSE;
ENV\$MSG\$TCCON : Envia a mensagem TCCON ao PSE;
ENV\$MSG\$TDIND : Envia a mensagem TDIND ao PSE;
ENV\$MSG\$TDTIND : Envia a mensagem TDTIND ao PSE;
ENV\$MSG\$TEDIND : Envia a mensagem TEDIND ao PSE;
ENV\$MSG\$TSCOM : Envia a mensagem TSCOM ao PSE.

e) EMPRD : Módulo com os procedimentos de Envio de Mensagens ao Processo PRD;

ENV\$MSG\$NCREQ : Envia a mensagem NCREQ ao PRD;
ENV\$MSG\$NCRES : Envia a mensagem NCRES ao PRD;
ENV\$MSG\$NDREQ : Envia a mensagem NDREQ ao PRD;
ENV\$MSG\$NDTREQ : Envia a mensagem NDTREQ ao PRD;
ENV\$MSG\$NRSREQ : Envia a mensagem NRSREQ ao PRD;
ENV\$MSG\$NRSRES : Envia a mensagem NRSRES ao PRD;
ENV\$MSG\$NSCOM : Envia a mensagem NSCOM ao PRD;
ENV\$MSG\$NEDREQ : Envia a mensagem NEDREQ ao PRD;
ENV\$MSG\$NAKREQ : Envia a mensagem NAKREQ ao PRD.

f) EBLC : Módulo com os procedimentos de Envio de Blocos de Transporte à Entidade de Transporte Remota;

MONTA\$BLOCO : Monta o bloco de transporte a ser enviado;
 MONTA\$PARAM : Monta o vetor de parâmetros para os blocos TCR,TCC,TDR e TER;
 ENV\$BLC\$TCR : Envia o bloco TCR à entidade de transporte remota;
 ENV\$BLC\$TCC : Envia o bloco TCC à entidade de transporte remota;
 ENV\$BLC\$TDR : Envia o bloco TDR à entidade de transporte remota;
 ENV\$BLC\$TDC : Envia o bloco TDC à entidade de transporte remota;
 ENV\$BLC\$TDT : Envia o bloco TDT à entidade de transporte remota;
 ENV\$BLC\$TED : Envia o bloco TED à entidade de transporte remota;
 ENV\$BLC\$TAK : Envia o bloco TAK à entidade de transporte remota;
 ENV\$BLC\$TEA : Envia o bloco TEA à entidade de transporte remota;
 ENV\$BLC\$TRJ : Envia o bloco TRJ à entidade de transporte remota;
 ENV\$BLC\$TER : Envia o bloco TER à entidade de transporte remota;
 REENVIA\$BLOCO : Reenvia o bloco armazenado : TCR, TCC ou TDR;
 ENVIA\$TDT\$POSSÍVEIS : Envia todos os bloco TDTs possíveis;
 ENVIA\$TED\$POSSÍVEL : Envia um bloco TED, se possível;
 ENV\$BLC\$APÓS\$SR\$DESOCUP : Envia todos os blocos de transporte que não puderam ser transmitidos para a entidade de transporte remota devido ao estado de ocupação da conexão de rede;
 MONTA\$RETEM\$ENVIA\$BLOCO : Monta, armazena uma cópia e envia o bloco de transporte.

g) ATUAL : Módulo com os procedimentos de atualização de tabelas e filas;

ATUAL\$TMU\$USUÁRIO\$CHR : Atualiza o estado da variável indicadora de Usuário Chamador da TMU;
 ATUAL\$TMU : Atualiza a Tabela de Multiplexação;
 ATUAL\$EST\$CON\$RD : Atualiza o estado da conexão de rede;
 ATUAL\$FTRTDT : Atualiza a Fila de Transmissão de blocos TDTs;
 ATUAL\$FTRTED : Atualiza a Fila de Transmissão de blocos TEDs.

h) TBLC : Módulo com os procedimentos de tratamento de blocos de transporte recebidos da entidade de transporte remota;

ANALISA\$BLOCO : Analisa o bloco recebido e retira o conteúdo de seus campos;
ANALISA\$PARAM : Analisa o vetor de parâmetros recebidos nos blocos TCR, TCC, TDR e TER;
RESSINCRONIZAÇÃO : Executa o procedimento de Ressincronização sobre a conexão de transporte;
REATR\$LOC : Executa o procedimento de Reatribuição Local;
REATR\$REM : Executa o procedimento de Reatribuição Remota;
T\$BLOCO\$REATR : Trata o bloco TCR, TDR ou TRJ recebido da entidade remota para executar a reatribuição;
T\$BLC\$TCR : Trata o bloco TCR recebido da entidade remota;
T\$BLC\$TCC : Trata o bloco TCC recebido da entidade remota;
T\$BLC\$TDR : Trata o bloco TDR recebido da entidade remota;
T\$BLC\$TDC : Trata o bloco TDC recebido da entidade remota;
T\$BLC\$TDT : Trata o bloco TDT recebido da entidade remota;
T\$BLC\$TED : Trata o bloco TED recebido da entidade remota;
T\$BLC\$TAK : Trata o bloco TAK recebido da entidade remota;
T\$BLC\$TEA : Trata o bloco TEA recebido da entidade remota;
T\$BLC\$TRJ : Trata o bloco TRJ recebido da entidade remota;
T\$BLC\$TER : Trata o bloco TER recebido da entidade remota.

i) TMPSE : Módulo com os procedimentos de tratamento de mensagens recebidas do Processo PSE;

T\$MSG\$DO\$PSE : Trata a mensagem recebida do PSE;
T\$MSG\$TCREQ : Trata a mensagem TCREQ recebida do PSE;
T\$MSG\$TCRES : Trata a mensagem TCRES recebida do PSE;
T\$MSG\$TDREQ : Trata a mensagem TDREQ recebida do PSE;
T\$MSG\$TDTREQ : Trata a mensagem TDTREQ recebida do PSE;
T\$MSG\$TEDREQ : Trata a mensagem TEDREQ recebida do PSE;
T\$MSG\$TSCOM : Trata a mensagem TSCOM recebida do PSE.

j) TMPRD : Módulo com os procedimentos de tratamento de mensagens recebidas do Processo PRD;

T\$MSG\$DO\$PRD : Trata a mensagem recebida do PRD;
T\$MSG\$NCIND : Trata a mensagem NCIND recebida do PRD;
T\$MSG\$NCCON : Trata a mensagem NCCON recebida do PRD;
T\$MSG\$NDIND : Trata a mensagem NDIND recebida do PRD;
T\$MSG\$NDTIND : Trata a mensagem NDTIND recebida do PRD;
T\$MSG\$NSCOM : Trata a mensagem NSCOM recebida do PRD;
T\$MSG\$NRSIND : Trata a mensagem NRSIND recebida do PRD;
T\$MSG\$NRSCON : Trata a mensagem NRSCON recebida do PRD;
T\$MSG\$NEDIND : Trata a mensagem NEDIND recebida do PRD;
T\$MSG\$NAKIND : Trata a mensagem NAKIND recebida do PRD.

k) TMSO : Módulo com os procedimentos de tratamento de mensagens recebidas do Sistema Operacional.

T\$MSG\$DO\$SO : Trata a mensagem recebida do S.O.;
T\$MSG\$EST\$TEMP : Trata a mensagem EST\$TEMP recebida do S.O;
T\$EST\$T\$C\$RD : Trata o estouro da temporização T\$C\$RD;
T\$EST\$T\$C\$TR\$LOC : Trata o estouro da temporização T\$C\$TR\$LOC;
T\$EST\$T\$C\$TR\$REM : Trata o estouro da temporização T\$C\$TR\$REM;
T\$EST\$T\$D\$TR\$LOC : Trata o estouro da temporização T\$D\$TR\$LOC;
T\$EST\$T\$REATR : Trata o estouro da temporização T\$REATR;
T\$EST\$T\$RESSIN : Trata o estouro da temporização T\$RESSIN;
T\$EST\$T\$INATIV : Trata o estouro da temporização T\$INATIV;
T\$EST\$T\$ANAL\$REC : Trata o estouro da temporização T\$ANAL\$REC.

ANEXO 5

DESCRIÇÃO DA LÓGICA DO PROCESSO PTR

ANEXO 5 : DESCRIÇÃO DA LÓGICA DO PROCESSO PTR

Neste anexo mostra-se a descrição detalhada da lógica do Processo PTR, com um alto nível de abstração; mostram-se apenas os procedimentos necessários para o entendimento do protocolo de transporte sem levar em conta os tratamentos de erros; os procedimentos utilitários não são mostrados e suas funções estão descritas no Anexo 4.

```
PROCESSO PTR;
/* Processo de Transporte */
/* Declarações */
INÍCIO
  INICIALIZA;
  Liga T$ANAL$REC;
  EXECUTE$ENQUANTO PTR$ATIVO
    INÍCIO
      Recepção de Mensagem;
      CASO Origem da Mensagem SEJA
        PSE : T$MSG$DO$PSE;
        PRD : T$MSG$DO$PRD;
        SO  : T$MSG$DO$SO;
      FIM$DO$CASO;
    FIM;
FIM; /* PTR */
```

```
PROCEDIMENTO T$MSG$DO$PSE;
/* trata a mensagem recebida do PSE */
INÍCIO
  SE TIPO$MSG = TSCOM
    ENTÃO T$MSG$TSCOM;
  SENÃO
    INÍCIO
      SE TIPO$MSG = TCREQ
        ENTÃO Reserva linha livre na TCT;
        SENÃO Procura PAST na TCT;
      ALTERA$CONTEXTO;
      CASO TIPO$MSG SEJA
        TCREQ : T$MSG$TCREQ;
        TCRES : T$MSG$TCRES;
        TDREQ : T$MSG$TDREQ;
        TDTREQ: T$MSG$TDTREQ;
        TEDREQ: T$MSG$TEDREQ;
      FIM$DO$CASO;
      RETORNA$CONTEXTO;
    FIM;
FIM; /* T$MSG$DO$PSE */
```

```
PROCEDIMENTO T$MSG$DO$PRD;
/* trata a mensagem recebida do PRD */
INÍCIO
  SE TIPO$MSG = NCIND
    ENTÃO Faz associação da nova CR temporariamente indeterminada;
    SENÃO
      SE TIPO$MSG = NCCON
        ENTÃO
          INÍCIO
            Procura endereço remoto dessa CR na TMU;
            SE existir
              ENTÃO Associa nova CR à TMU;
              SENÃO
                INÍCIO
                  Procura endereço remoto dessa CR na TCT;
                  SE existir
                    ENTÃO Associa nova CR à TCT;
                    SENÃO ENV$MSG$NDREQ;
                FIM;
          FIM;
        SE tratamento normal
          ENTÃO CASO TIPO$MSG SEJA
            NCIND : T$MSG$NCIND;
            NCCON : T$MSG$NCCON;
            NDIND : T$MSG$NDIND;
            NDTIND: T$MSG$NDTIND;
            NEDIND: T$MSG$NEDIND;
            NRSIND: T$MSG$NRSIND;
            NRSCON: T$MSG$NRSCON;
            NAKIND: T$MSG$NAKIND;
            NSCOM : T$MSG$NSCOM;
          FIM$DO$CASO;
        FIM; /* T$MSG$DO$PRD */
```

```
PROCEDIMENTO T$MSG$DO$SO;
/* trata a mensagem recebida do SO */
INÍCIO
  SE TIPO$MSG = EST$TEMP
    ENTÃO
      INÍCIO /* T$MSG$EST$TEMP */
        SE TIPO$TEMP = T$ANAL$REC
          ENTÃO T$EST$T$ANAL$REC; /* temporização de sistema */
          SENÃO
            SE TIPO$TEMP = T$INATIV
              ENTÃO T$EST$T$INATIV; /* temporização de CR */
              SENÃO
                INÍCIO /* temporização de CT */
                  ALTERA$CONTEXTO;
                  CASO TIPO$TEMP SEJA
                    T$C$RD      : T$EST$T$C$RD;
                    T$C$TR$LOC : T$EST$T$C$TR$LOC;
                    T$C$TR$REM : T$EST$T$C$TR$REM;
                    T$D$TR$LOC : T$EST$T$D$TR$LOC;
                    T$REATR    : T$EST$T$REATR;
                    T$RESSIN   : T$EST$T$RESSIN;
                  FIM$DO$CASO;
                  RETORNA$CONTEXTO;
                FIM;
              FIM;
            FIM;
          FIM; /* T$MSG$DO$SO */
```

```
PROCEDIMENTO T$MSG$TCREQ;
/* trata a mensagem TCREQ recebida do PSE */
INÍCIO
  Apanha próximo NUM$REF para a nova CT local;
  Inicializa variáveis da TCT;
  SE CLASSE = 0 ou 1
    ENTÃO INÍCIO
      Armazena mensagem TCREQ na fila FRETRTR;
      Pede bloco;
      ENV$MSG$NCREQ;
      Liga T$C$RD;
      EST$CON$RD = CONECTANDO;
      EST$CON$TR = C$RD;
    FIM;
  SENÃO INÍCIO /* classe 2 ou 3 : com multiplexação */
    Procura se já existe CR na TMU;
    SE não existe
      ENTÃO INÍCIO
        Reserva linha livre na TMU;
        Inicializa linha da TMU;
        Armazena mensagem TCREQ na fila FRETRTR;
        Pede bloco;
        ENV$MSG$NCREQ;
        Liga T$C$RD;
        EST$CON$RD = CONECTANDO;
        EST$CON$TR = C$RD;
      FIM;
    SENÃO INÍCIO
      SE CR estava inativa
        ENTÃO Desliga T$INATIV;
      Atualiza TMU;
      ENV$BLC$TCR;
      Liga T$C$TR$LOC;
      EST$CON$TR = C$TR$LOC;
    FIM;
  FIM;
FIM; /* T$MSG$TCREQ */
```

```
PROCEDIMENTO T$MSG$TCRES;  
/* trata a mensagem TCRES recebida do PSE */  
INÍCIO  
  Desliga T$C$TR$REM;  
  ENV$BLC$TCC;  
  EST$CON$TR = TRANSF$DADOS;  
  SE CLASSE = 1 ou 3  
    ENTÃO TCC$PEND = VERDADEIRO;  
FIM; /* T$MSG$TCRES */
```

```
PROCEDIMENTO T$MSG$TDREQ;
/* trata a mensagem TDREQ recebida do PSE */
INÍCIO
  SE EST$CON$TR = C$RD
    ENTÃO INÍCIO
      Libera bloco;
      LIBERA$RECURSO; /* Desliga T$C$RD */
      SE CLASSE maior ou = 2
        ENTÃO Atualiza TMU;
      Libera linha da TCT;
    FIM;
  SENÃO
    SE EST$CON$TR = D$TR$LOC
      ENTÃO Libera bloco; /* desconexão já está em andamento */
    SENÃO INÍCIO
      LIBERA$RECURSO; /* Desliga C$TR$LOC ou C$TR$REM */
      SE EST$CON$TR = C$TR$REM
        ENTÃO INÍCIO /* Rejeição da CT */
          ENV$BLC$TDR;
          Atualiza estado da CR;
          Libera linha da TCT;
        FIM;
      SENÃO
        SE CLASSE = 0
          ENTÃO INÍCIO /* Liberação Implícita */
            ENV$MSG$NDREQ;
            Libera linha da TCT;
          FIM;
        SENÃO INÍCIO /* Liberação Explícita */
          ENV$BLC$TDR;
          Liga T$D$TR$LOC;
          EST$CON$TR = D$TR$LOC;
        FIM;
      FIM;
    FIM; /* T$MSG$TDREQ */
```

```
PROCEDIMENTO T$MSG$TDTREQ;  
/* trata a mensagem TDTREQ recebida do PSE */  
INÍCIO  
  Segmenta os dados recebidos;  
  Armazena os dados recebidos na fila FTRTDT;  
  ENVIA$TDT$POSSÍVEIS;  
  SE a fila FTRTDT está quase ocupada  
    ENTÃO ENV$MSG$TSCOM; /* Ocupação TDT */  
FIM; /* T$MSG$TDTREQ */
```

```
PROCEDIMENTO T$MSG$TEDREQ;  
/* trata a mensagem TEDREQ recebida do PSE */  
INÍCIO  
  Armazena os dados acelerados recebidos na fila FTRTED;  
  ENVIA$TED$POSSÍVEL;  
  SE a fila FTRTED está quase ocupada  
    ENTÃO ENV$MSG$TSCOM; /* Ocupação TED */  
FIM; /* T$MSG$TEDREQ */
```

PROCEDIMENTO T\$MSG\$TSCOM;

/* trata a mensagem TSCOM recebida do PSE */

INÍCIO

CASO TIPO\$AVISO SEJA

DST\$SIS : INÍCIO /* Desativação do Sistema */

ENV\$MSG\$NSCOM; /* SR\$DST\$SIS */

PTR\$ATIVO = FALSO;

FIM;

NRSREQ : ENV\$MSG\$NRSREQ; /* Reinicialização da CR */

FIM\$DO\$CASO;

FIM; /* T\$MSG\$TSCOM */

PROCEDIMENTO T\$MSG\$NCIND;

/* trata a mensagem NCIND recebida do PRD */

INÍCIO

SE Identificador de protocolo de transporte irregular

ENTÃO ENV\$MSG\$NDREQ;

SENÃO INÍCIO

ENV\$MSG\$NCRES;

Inicializa linha da TCRE; /* associação da CR

Indeterminada */

Liga T\$INATIV;

FIM;

FIM; /* T\$MSG\$NCIND */

PROCEDIMENTO T\$MSG\$NCCON;

/* trata a mensagem NCCON recebida do PRD */

INÍCIO

Inicializa demais variáveis da linha da TCRE;

Libera bloco;

SE TIPO\$IND = TAB\$CON\$TR

ENTÃO INÍCIO

ALTERA\$CONTEXTO;

SE EST\$CON\$TR = C\$RD

ENTÃO INÍCIO

Associa CR à CT;

EST\$CON\$RD = TR\$DAD\$RD;

Desliga T\$C\$RD;

Apanha mensagem TCREQ armazenada na FRETRTR;

ENV\$BLC\$TCR;

Liga T\$C\$TR\$LOC;

EST\$CON\$TR = C\$TR\$LOC;

FIM;

SENÃO

SE EST\$ESP = REATR

ENTÃO INÍCIO

Associa nova CR à CT;

EST\$CON\$RD = TR\$DAD\$RD;

Desliga T\$C\$RD;

Desliga T\$REATR;

RESSINCRONIZAÇÃO;

FIM;

RETORNA\$CONTEXTO;

FIM;

```
SENÃO INÍCIO /* multiplexação */
  SE existe CT na multiplexação
    ENTÃO FAÇA para todas as CTs da multiplexação
      INÍCIO
        ALTERA$CONTEXTO;
        SE EST$CON$TR = C$RD
          ENTÃO INÍCIO
            Associa CR à CT;
            EST$CON$RD = TR$DAD$RD;
            Desliga T$C$RD;
            Apanha mensagem TCREQ armazenada
            na FRETRTR;
            ENV$BLC$TCR;
            Liga T$C$TR$LOC;
            EST$CON$TR = C$TR$LOC;
          FIM;
        SENÃO
          SE EST$ESP = REATR
            ENTÃO INÍCIO
              Associa nova CR à CT;
              EST$CON$RD = TR$DAD$RD;
              Desliga T$C$RD;
              Desliga T$REATR;
              RESSINCRONIZAÇÃO;
            FIM;
          RETORNA$CONTEXTO;
        FIM;
      FIM;
    FIM; /* T$MSG$NCCON */
```

```
PROCEDIMENTO T$MSG$NDIND;
/* trata a mensagem NDIND recebida do PRD */
INÍCIO
  SE NDIND de desconexão
    ENTÃO INÍCIO
      Libera bloco;
      SE TIPO$IND = TAB$CON$TR
        ENTÃO INÍCIO
          ALTERA$CONTEXTO;
          SE CLASSE = 1
            ENTÃO REATR$LOC;
            SENÃO INÍCIO /* classe 0 */
              LIBERA$RECURSO;
              Pedre bloco;
              ENV$MSG$TDIND;
              Libera linha da TCT;
            FIM;
          RETORNA$CONTEXTO;
        FIM;
      SENÃO
        SE TIPO$IND = TAB$MULT
          ENTÃO INÍCIO /* multiplexação */
            SE CR estava inativa
              ENTÃO Desliga T$INATIV;
            SE existe CT multiplexando à CR
              ENTÃO FAÇA para todas as CTs da mult.
                INÍCIO
                  ALTERA$CONTEXTO;
                  SE CLASSE = 3
                    ENTÃO REATR$LOC;
                    SENÃO INÍCIO /* classe 2 */
                      LIBERA$RECURSO;
                      Pedre bloco;
                      ENV$MSG$TDIND;
                      Libera linha da TCT;
                    FIM;
                  RETORNA$CONTEXTO;
                FIM;
              Atualiza linha da TMU;
            FIM;
          SENÃO Desliga T$INATIV; /* TIPO$IND=INDETERMINADO */
          TIPO$IND = NENHUM;
        FIM;
```

SENÃO INÍCIO /* NDIND de rejeição de uma NCREQ */

Procura na TCT CT que solicitou a CR;

SE existe

ENTÃO INÍCIO

ALTERA\$CONTEXTO;

ENV\$MSG\$NCREQ;

Religa T\$C\$RD;

Incrementa NUM\$INS;

RETORNA\$CONTEXTO;

FIM;

SENÃO INÍCIO

Procura na TMU CT que solicitou a CR;

Libera bloco;

SE existe CT multiplexando a CR

ENTÃO FAÇA para todas as CTs da mult.

INÍCIO

ALTERA\$CONTEXTO;

SE é a primeira CT da mult.

ENTÃO INÍCIO

Pede bloco;

ENV\$MSG\$NCREQ;

FIM;

Religa T\$C\$RD;

Incrementa NUM\$INS;

RETORNA\$CONTEXTO;

FIM;

Atualiza linha da TMU;

FIM;

FIM;

FIM; /* T\$MSG\$NDIND */

```
PROCEDIMENTO T$MSG$NDTIND;
/* trata a mensagem NDTIND recebida do PRD */
INICIO
  EXECUTE$ENQUANTO existir bloco na mensagem
  INICIO /* Separação do bloco */
    ANALISA$BLOCO;
    SE TIPO$IND = TAB$MULT ou INDETERMINADO
      ENTÃO INICIO
        SE TIPO$BLOCO = TCR
          ENTÃO INICIO
            Procura linha livre na TCT;
            Inicializa linha da TCT;
          FIM;
        SENÃO Procura na TCT REF$DEST recebida;
      FIM;
    ALTERA$CONTEXTO;
    CASO TIPO$BLOCO SEJA
      TCR : T$BLC$TCR;
      TCC : T$BLC$TCC;
      TDR : T$BLC$TDR;
      TDC : T$BLC$TDC;
      TDT : T$BLC$TDT;
      TED : T$BLC$TED;
      TAK : T$BLC$TAK;
      TEA : T$BLC$TEA;
      TRJ : T$BLC$TRJ;
      TER : T$BLC$TER;
    FIM$DO$CASO;
    RETORNA$CONTEXTO;
  FIM;
  Libera bloco;
FIM; /* T$MSG$NDTIND */
```

PROCEDIMENTO T\$MSG\$NEDIND;

/* trata a mensagem NEDIND recebida do PRD */

INÍCIO

Leva em consideração os dados acelerados recebidos da rede;

Libera bloco;

FIM; /* T\$MSG\$NEDIND */

```

PROCEDIMENTO T$MSG$NRSIND;
/* trata a mensagem NRSIND recebida do PRD */
INÍCIO
  SE reset remoto
    ENTÃO ENV$MSG$NRSRES;
  SE CR estava ocupada
    ENTÃO T$MSG$NSCOM; /* limpa condição de rede ocupada */
  SE TIPO$IND = TAB$CON$TR
    ENTÃO INÍCIO
      ALTERA$CONTEXTO;
      SE CLASSE = 1
        ENTÃO RESSINCRONIZAÇÃO;
        SENÃO INÍCIO /* classe 0 */
          LIBERA$RECURSO;
          Pede bloco;
          ENV$MSG$TDIND;
          Pede bloco;
          ENV$MSG$NDREQ;
          TIPO$IND = NENHUM;
          Libera linha da TCT;
        FIM;
      RETORNA$CONTEXTO;
    FIM;
  SENÃO INÍCIO /* multiplexação */
    SE existe CT multiplexando a CR
      ENTÃO FAÇA para todas as CTs da multiplexação
        INÍCIO
          ALTERA$CONTEXTO;
          SE CLASSE = 3
            ENTÃO RESSINCRONIZAÇÃO;
            SENÃO INÍCIO /* classe 2 */
              LIBERA$RECURSO;
              Pede bloco; ENV$MSG$TDIND;
              Libera linha da TCT;
            FIM;
          RETORNA$CONTEXTO;
        FIM;
      SE não restar CT na multiplexação
        ENTÃO INÍCIO
          Pede bloco; ENV$MSG$NDREQ;
          TIPO$IND = NENHUM;
          Libera linha da TMU;
        FIM;
      SENÃO Atualiza linha da TMU;
    FIM;
  FIM; /* T$MSG$NRSIND */

```

PROCEDIMENTO T\$MSG\$NRSCON;

/* trata a mensagem NRSCON recebida do PRD */

INÍCIO

Libera bloco;

T\$MSG\$NRSIND; /* reset solicitado localmente */

FIM; /* T\$MSG\$NRSCON */

```
PROCEDIMENTO T$MSG$NAKIND;  
/* trata a mensagem NAKIND recebida do PRD */  
INÍCIO  
  Leva em consideração a mensagem NAKIND recebida;  
  Libera bloco;  
FIM; /* T$MSG$NAKIND */
```

```
PROCEDIMENTO T$MSG$NSCOM;
/* trata a mensagem NSCOM recebida do PRD */
INÍCIO
  SE aviso recebido da rede
    ENTÃO Libera bloco;
  SE TIPO$IND = TAB$CON$TR
    ENTÃO INÍCIO
      ALTERA$CONTEXTO;
      CASO TIPO$AVISO SEJA
        SR$OCUPAÇÃO      : EST$CON$RD = OCUPADA;
        SR$DESOCUPAÇÃO  : INÍCIO
          EST$CON$RD = TR$DAD$RD;
          SE aviso recebido da rede
            ENTÃO ENV$BLC$APOS$SR$DESOCUP;
          FIM;
        FIM$DO$CASO;
      RETORNA$CONTEXTO;
    FIM;
  SENÃO INÍCIO /* multiplexação */
    SE existe CT multiplexando a CR
      ENTÃO FAÇA para todas as CTs da multiplexação
        INÍCIO
          ALTERA$CONTEXTO;
          CASO TIPO$AVISO SEJA
            SR$OCUPAÇÃO      : EST$CON$RD = OCUPADA;
            SR$DESOCUPAÇÃO  : INÍCIO
              EST$CON$RD = TR$DAD$RD;
              SE aviso rec. da rede
                ENTÃO ENV$BLC$APOS$
                  SR$DESOCUP;
              FIM;
            FIM$DO$CASO;
          RETORNA$CONTEXTO;
        FIM;
      Atualiza EST$CON$RD da linha da TMU;
    FIM;
  Atualiza EST$CON$RD da linha da TCRE;
FIM; /* T$MSG$NSCOM */
```

```
PROCEDIMENTO T$EST$T$ANAL$REC;
/* trata estouro da temporização T$ANAL$REC */
INÍCIO
  Libera bloco;
  Religa T$ANAL$REC;
  FAÇA para todas as CTs da TCT que possuem controle de fluxo
    INÍCIO
      SE número de blocos livres do SO for maior que MARGEM$HIST
        ENTÃO CREDITO$LOC = JAN$TR; /* aumenta os créditos locais */
      SE CREDITO$LOC diferente de 0
        ENTÃO INÍCIO
          ALTERA$CONTEXTO;
          Pede bloco;
          ENV$BLC$TAK;
          RETORNA$CONTEXTO;
        FIM;
      FIM;
    FIM;
  FIM; /* T$EST$T$ANAL$REC */
```

```
PROCEDIMENTO T$EST$T$INATIV;  
/* trata estouro da temporização T$INATIV */  
INICIO  
  ENV$MSG$NDREQ;  
  SE TIPO$IND = TAB$MULT  
    ENTÃO Libera linha da TMU;  
  TIPO$IND = NENHUM;  
FIM; /* T$EST$T$INATIV */
```

```
PROCEDIMENTO T$EST$T$C$RD;  
/* trata estouro da temporização T$C$RD */  
INÍCIO  
  SE CLASSE = 0 ou 1  
    ENTÃO INÍCIO  
      SE NUM$INS não é máximo  
        ENTÃO INÍCIO /* nova tentativa */  
          ENV$MSG$NCREQ;  
          Religa T$C$RD;  
          Incrementa NUM$INS;  
        FIM;  
      SENÃO INÍCIO  
        EST$CON$TR = INICIAL;  
        LIBERA$RECURSO;  
        ENV$MSG$TDIND;  
        Libera linha da TCT;  
      FIM;  
    FIM;  
  SENÃO INÍCIO /* multiplexação */  
    SE NUM$INS não é máximo  
      ENTÃO INÍCIO /* nova tentativa */  
        SE primeira CT da multiplexação  
          ENTÃO ENV$MSG$NCREQ;  
          SENÃO Libera bloco;  
          Religa T$C$RD;  
          Incrementa NUM$INS;  
        FIM;  
      SENÃO INÍCIO  
        EST$CON$TR = INICIAL;  
        LIBERA$RECURSO;  
        ENV$MSG$TDIND;  
        Atualiza linha da TMU;  
        Libera linha da TCT;  
      FIM;  
    FIM;  
  FIM;  
FIM; /* T$EST$T$C$RD */
```

```
PROCEDIMENTO T$EST$T$C$TR$LOC;  
/* trata estouro da temporização T$C$TR$LOC */  
INÍCIO  
  SE NUM$INS não é o máximo e existe bloco TCR armazenado  
    ENTÃO INÍCIO /* nova tentativa */  
      Libera bloco;  
      REENVIA$BLOCO; /* TCR - Incrementa NUM$INS */  
    FIM;  
  SENÃO INÍCIO  
    ENV$MSG$TDIND;  
    EST$CON$TR = INICIAL;  
    LIBERA$RECURSO;  
    SE CLASSE = 0  
      ENTÃO INÍCIO /* Liberação Implícita */  
        Pede bloco;  
        ENV$MSG$NDREQ;  
        Libera linha da TCT;  
      FIM;  
    SENÃO INÍCIO /* Liberação Explícita */  
      Pede bloco;  
      ENV$BLC$TDR;  
      Liga T$D$TR$LOC;  
      EST$CON$TR = D$TR$LOC;  
    FIM;  
  FIM;  
FIM; /* T$EST$T$C$TR$LOC */
```

```
PROCEDIMENTO T$EST$T$C$TR$REM;  
/* trata estouro da temporização T$C$TR$REM */  
INICIO  
  EST$CON$TR = INICIAL;  
  LIBERA$RECURSO;  
  ENV$MSG$TDIND;  
  Pede bloco;  
  ENV$BLC$TDR; /* rejeição local da CT remota */  
  Atualiza estado da CR;  
  Libera linha da TCT;  
FIM; /* T$EST$T$C$TR$REM */
```

```
PROCEDIMENTO T$EST$T$D$TR$LOC;  
/* trata estouro da temporização T$D$TR$LOC */  
INÍCIO  
  Libera bloco;  
  SE NUM$INS não é máximo e existe bloco TDR armazenado  
    ENTÃO REENVIA$BLOCO; /* TDR - Inc. NUM$INS - nova tentativa */  
    SENÃO INÍCIO  
      EST$CON$TR = INICIAL;  
      LIBERA$RECURSO;  
      Atualiza estado da CR;  
      Libera linha da TCT;  
    FIM;  
FIM; /* T$EST$T$D$TR$LOC */
```

```
PROCEDIMENTO T$EST$T$REATR;  
/* trata estouro da temporização T$REATR */  
INICIO  
  EST$ESP = NORMAL;  
  LIBERA$RECURSO;  
  ENV$MSG$TDIND;  
  SE CLASSE = 3  
    ENTAO Atualiza linha da TMU;  
  Libera linha da TCT;  
FIM; /* T$EST$T$REATR */
```

```
PROCEDIMENTO T$EST$T$RESSIN;
/* trata estouro da temporização T$RESSIN */
INÍCIO
  SE NUM$INS não é máximo
    ENTÃO INÍCIO /* nova tentativa */
      ENV$BLC$TRJ;
      Religa T$RESSIN;
      Incrementa NUM$INS;
    FIM;
  SENÃO INÍCIO
    EST$ESP = NORMAL;
    LIBERA$RECURSO;
    ENV$MSG$TDIND;
    Pede bloco;
    ENV$BLC$TDR;
    Liga T$D$TR$LOC;
    EST$CON$TR = D$TR$LOC;
  FIM;
FIM; /* T$EST$T$RESSIN */
```

```
PROCEDIMENTO T$BLC$TCR;
/* trata o bloco TCR recebido da ETR remota */
INÍCIO
  SE o bloco foi recebido numa nova CR
    ENTÃO T$BLOCO$REATR(TCR); /* Reatribuição */
  SENÃO
    SE segunda recepção de bloco TCR
      ENTÃO INÍCIO
        Desliga T$RESSIN;
        EST$ESP = NORMAL;
        REENVIA$BLOCO; /* TCC */
        ENVIA$TED$POSSÍVEL;
        ENVIA$TDT$POSSÍVEIS;
      FIM;
    SENÃO INÍCIO
      Analisa os campos recebidos no bloco;
      Analisa os parâmetros recebidos no bloco;
      SE CLASSE = 0 ou 1
        ENTÃO INÍCIO
          TIPO$IND = TAB$CON$TR;
          Associa a CR à CT;
        FIM;
      SENÃO
        SE TIPO$IND = INDETERMINADO
          ENTÃO INÍCIO /* nova multiplexação */
            Procura linha livre na TMU;
            Inicializa parte da linha da TCRE;
            Inicializa linha da TMU;
          FIM;
          SENÃO Atualiza linha da TMU; /* mult. já exist. */
        SE CR estava inativa
          ENTÃO Desliga T$INATIV;
          Apanha próximo NUM$REF para a nova CT remota;
          Inicializa restante da linha da TCT;
          Pede bloco;
          ENV$MSG$TCIND;
          Liga T$C$TR$REM;
          EST$CON$TR = C$TR$REM;
        FIM;
      FIM; /* T$BLC$TCR */
```

```
PROCEDIMENTO T$BLC$TCC;  
/* trata o bloco TCC recebido da ETR remota */  
INÍCIO  
  SE CLASSE = 1 ou 3  
    ENTÃO INÍCIO  
      Devolve fila FRETRTR; /* bloco TCR armazenado */  
      SE EST$ESP = RESSIN  
        ENTÃO EST$ESP = NORMAL;  
      FIM;  
  Desliga T$C$TR$LOC;  
  Analisa os campos recebidos no bloco;  
  Analisa os parâmetros recebidos no bloco;  
  Armazena REF$ORIG recebida no bloco na variável NUM$REF$REM da  
  TCT;  
  Inicializa Controle de Fluxo;  
  Pede bloco;  
  ENV$MSG$TCCON;  
  EST$CON$TR = TRANSF$DADOS;  
  SE CLASSE = 1  
    ENTÃO INÍCIO  
      Pede bloco;  
      ENV$BLC$TAK;  
    FIM;  
FIM; /* T$BLC$TCC */
```

```
PROCEDIMENTO T$BLC$TDR;  
/* trata o bloco TDR recebido da ETR remota */  
INICIO  
  Analisa os parâmetros recebidos no bloco;  
  SE o bloco foi recebido numa nova CR  
    ENTÃO T$BLC$REATR(TDR); /* Reatribuição */  
  SE EST$CON$TR = D$TR$LOC  
    ENTÃO T$BLC$TDC; /* colisão de blocos TDRs */  
    SENÃO INICIO  
      LIBERA$RECURSO;  
      Pede bloco;  
      ENV$MSG$TDIND;  
      SE EST$CON$TR = C$TR$LOC  
        ENTÃO Atualiza estado da CR; /* rejeição da CT */  
        SENÃO INICIO /* Desconexão remota */  
          Pede bloco;  
          ENV$BLC$TDC;  
          EST$CON$TR = INICIAL;  
          Atualiza estado da CR;  
        FIM;  
      Libera linha da TCT;  
    FIM;  
FIM; /* T$BLC$TDR */
```

```
PROCEDIMENTO T$BLC$TDC;  
/* trata o bloco TDC recebido da ETR remota */  
INICIO  
  LIBERA$RECURSO; /* Desliga T$D$TR$LOC */  
  SE EST$ESP = RESSIN  
    ENTÃO EST$ESP = NORMAL;  
  Atualiza estado da CR;  
  Libera linha da TCT;  
FIM; /* T$BLC$TDC */
```

```
PROCEDIMENTO T$BLC$TDT;
/* trata o bloco TDT recebido da ETR remota */
INÍCIO
  SE CLASSE diferente de 0
    ENTÃO Incrementa T$R em módulo MOD$TR;
  Pede bloco;
  Armazena no bloco os dados recebidos;
  SE uso de bloco curto ou fim de mensagem
    ENTÃO ENV$MSG$TDTIND;
    SENÃO Armazena bloco na Lista Ligada FRECTDT;
  SE EXISTE$CF
    ENTÃO Atualiza crédito local;
  Pede bloco;
  ENV$BLC$TAK;
  SE TCC$PEND
    ENTÃO INÍCIO
      Devolve fila FRETTR; /* bloco TCC armazenado */
      TCC$PEND = FALSO;
      ENVIA$TED$POSSÍVEL;
      ENVIA$TDT$POSSÍVEIS;
    FIM;
FIM; /* T$BLC$TDT */
```

```
PROCEDIMENTO T$BLC$TED;
/* trata o bloco TED recebido da ETR remota */
INICIO
  SE bloco não é duplicado
    ENTÃO INICIO
      Pede bloco;
      Armazena no bloco os dados recebidos;
      ENV$MSG$TEDIND;
      Atualiza ULT$NR$ED$REC;
    FIM;
  Pede bloco;
  ENV$BLC$TEA;
  SE TCC$PEND
    ENTÃO INICIO
      Devolve fila FRETRTR; /* bloco TCC armazenado */
      TCC$PEND = FALSO;
      ENVIA$TED$POSSÍVEL;
      ENVIA$TDT$POSSÍVEIS;
    FIM;
  FIM; /* T$BLC$TED */
```

```
PROCEDIMENTO T$BLC$TAK;
/* trata o bloco TAK recebido da ETR remota */
INÍCIO
  Apanha número de confirmações recebidas;
  Atualiza fila FTRTDT;
  Atualiza Borda Inferior da Janela;
  Atualiza Borda Superior da Janela;
  SE TCC$PEND
    ENTÃO INÍCIO
      Devolve fila FRETRTR; /* bloco TCC armazenado */
      TCC$PEND = FALSO;
      ENVIA$TED$POSSÍVEL;
    FIM;
  ENVIA$TDT$POSSÍVEIS;
FIM; /* T$BLC$TAK */
```

```
PROCEDIMENTO T$BLC$TEA;  
/* trata o bloco TEA recebido da ETR remota */  
INÍCIO  
    TED$PEND = FALSO;  
    Atualiza FTRTED;  
    ENV$MSG$TSCOM; /* Confirmação de TED */  
    ENVIA$TED$POSSÍVEL;  
FIM; /* T$BLC$TEA */
```

PROCEDIMENTO T\$BLC\$TRJ;

/* trata o bloco TRJ recebido da ETR remota */

INÍCIO

SE o bloco foi recebido numa nova CR

ENTÃO T\$BLC\$REATR(TRJ); /* Reatribuição */

Apanha número de confirmações recebidas;

Atualiza FTRTDT;

Atualiza Borda Inferior da Janela;

Atualiza Borda Superior da Janela;

Atualiza T\$S;

SE TED\$PEND

ENTÃO INÍCIO

TED\$PEND = FALSO;

Atualiza ULT\$NR\$ED\$TR;

FIM;

Atualiza ponteiros de transmissão das filas FTRTDT e FTRTED para a retransmissão de blocos;

SE EST\$ESP = RESSIN

ENTÃO INÍCIO

Desliga T\$RESSIN;

EST\$ESP = NORMAL;

FIM;

SE TCC\$PEND

ENTÃO INÍCIO

Devolve fila FRETRTR; /* bloco TCC armazenado */

TCC\$PEND = FALSO;

FIM;

ENVIA\$TED\$POSSÍVEL;

ENVIA\$TDT\$POSSÍVEIS;

FIM; /* T\$BLC\$TRJ */

```
PROCEDIMENTO T$BLC$TER;
/* trata o bloco TER recebido da ETR remota */
INÍCIO
  SE EST$CON$TR diferente de D$TR$LOC
    ENTÃO INÍCIO
      Analisa os parâmetros recebidos no bloco;
      LIBERA$RECURSO;
      Pede bloco;
      ENV$MSG$TDIND;
      SE CLASSE = 0
        ENTÃO INÍCIO /* Liberação Implícita */
          Pede bloco;
          ENV$MSG$NDREQ;
          Libera linha da TCT;
          FIM;
        SENÃO INÍCIO /* Liberação Explícita */
          Pede bloco;
          ENV$BLC$TDR;
          Liga T$D$TR$LOC;
          EST$CON$TR = D$TR$LOC;
          FIM;
        FIM;
      FIM;
    FIM; /* T$BLC$TER */
```

```
PROCEDIMENTO RESSINCRONIZAÇÃO;
/* faz a ressinchronização na CT */
INÍCIO
  EST$ESP = RESSIN;
  SE EST$CON$TR = C$TR$LOC ou D$TR$LOC
    ENTÃO REENVIA$BLOCO; /* bloco TCR ou TDR armazenado */
  SENÃO
    SE EST$CON$TR = TRANSF$DADOS
      ENTÃO INÍCIO /* ressinchronização dos dados */
        Pede bloco;
        ENV$BLC$TRJ;
        Liga T$RESSIN;
      FIM;
    FIM; /* RESSINCRONIZAÇÃO */
```

```
PROCEDIMENTO T$BLOCO$REATR;  
/* trata o bloco TCR,TDR ou TRJ recebido da ETR remota para executar  
a reatribuição */  
INICIO  
  SE CLASSE = 1 E TIPO$IND = INDETERMINADO  
    ENTÃO INICIO  
      REATR$REM;  
      Associa a nova CR à CT;  
    FIM;  
  SENÃO INICIO  
    Atualiza a linha anterior da TMU;  
    EST$CON$RD = INICIAL$RD;  
    SE nova multiplexação  
      ENTÃO INICIO  
        Apanha linha livre da TMU;  
        REATR$REM;  
        Associa a nova CR à multiplexação;  
        Inicializa linha da TMU;  
      FIM;  
    SENÃO INICIO /* multiplexação já existente */  
      REATR$REM;  
      Atualiza linha da TMU;  
    FIM;  
  FIM;  
FIM; /* T$BLOCO$REATR */
```

```
PROCEDIMENTO REATR$LOC;  
/* faz a reatribuição local, se necessário */  
INÍCIO  
  Liga T$REATR;  
  EST$ESP = REATR;  
  EST$CON$RD = CONECTANDO;  
  SE Usuário Chamador Local  
    ENTÃO INÍCIO  
      Pede bloco;  
      ENV$MSG$NCREQ; /* Pede nova CR, se necessário */  
    FIM;  
  Liga T$C$RD;  
FIM; /* REATR$LOC */
```

```
PROCEDIMENTO REATR$REM;
/* faz a reatribuição remota da CT a uma nova CR */
INÍCIO
  Associa a nova CR à CT;
  Atualiza EST$CON$RD;
  SE CR estava inativa
    ENTÃO Desliga T$INATIV;
  SE EST$ESP = REATR
    ENTÃO INÍCIO
      Desliga T$REATR;
      EST$ESP = NORMAL;
    FIM;
/* Ressincronização Remota */
CASO TIPO$BLC$REC SEJA
  TCR : INÍCIO
    SE EST$CON$TR = TRANSF$DADOS E TCC$PEND
      ENTÃO INÍCIO
        REENVIA$BLOCO; /* bloco TCC armazenado */
        SE CLASSE = 3
          ENTÃO INÍCIO
            Atualiza ponteiros de transmissão
            das filas FTRTDT e FTRTED para
            retransmissão de blocos;
            ENVIA$TED$POSSÍVEL;
            ENVIA$TDT$POSSÍVEIS;
          FIM;
        FIM;
      FIM;
    FIM;
  TDR : Trata bloco TDR normalmente; /* ENV$BLC$TDC */
  TRJ : INÍCIO
    SE EST$CON$TR = D$TR$LOC
      ENTÃO REENVIA$BLOCO; /* bloco TDR armazenado */
      SENÃO INÍCIO /* ressincronização dos dados */
        SE TCC$PEND
          ENTÃO INÍCIO
            Devolve fila PRETRTR; /* bloco TCC
            armazenado */
            TCC$PEND = FALSO;
          FIM;
        Pede bloco;
        ENV$BLC$TRJ;
        EST$ESP = NORMAL;
      FIM;
    FIM;
  FIM$DO$CASO;
FIM; /* REATR$REM */
```

PROCEDIMENTO REENVIA\$BLOCO;

/* reenvia o bloco TCR, TCC ou TDR armazenado na FRETRTR */

INÍCIO

SE EST\$CON\$RD = TR\$DAD\$RD

ENTÃO INÍCIO

Pede bloco;

Copia bloco armazenado;

ENV\$MSG\$NDTREQ;

FIM;

Religa temporizador associado; /* T\$C\$TR\$LOC ou T\$D\$TR\$LOC */

Incrementa NUM\$INS;

SE EST\$CON\$RD = OCUPADA

ENTÃO Seta o bit correspondente no VET\$TR\$PEND;

FIM; /* REENVIA\$BLOCO */

```
PROCEDIMENTO ENVIA$TDT$POSSÍVEIS;
/* envia todos os blocos TDTs possíveis */
INÍCIO
  EXECUTE$ENQUANTO Transmissão Possível
  INÍCIO
    Apanha o bloco da fila FTRTDT;
    SE CLASSE = 1 ou 3
      ENTÃO INÍCIO
        Pedre bloco;
        Copia bloco armazenado;
        FIM;
      ENV$BLC$TDT;
      Atualiza FTRTDT;
      FIM;
    SE saiu da MH$FTRTDT
      ENTÃO INÍCIO
        Pedre bloco;
        ENV$MSG$TSCOM; /* Desocupação TDT */
        FIM;
  FIM; /* ENVIA$TDT$POSSÍVEIS */
```

```
PROCEDIMENTO ENVIA$TED$POSSÍVEL;  
/* envia um bloco TED, se possível */  
INÍCIO  
  SE Transmissão Possível  
    ENTÃO INÍCIO  
      Apanha o bloco da fila FTRTED;  
      SE CLASSE = 1 ou 3  
        ENTÃO INÍCIO  
          Pede bloco;  
          Copia bloco armazenado;  
          FIM;  
          ENV$BLC$TED;  
          Atualiza FTRTED;  
          FIM;  
        SE saiu da MH$FTRTED  
          ENTÃO INÍCIO  
            Pede bloco;  
            ENV$MSG$TSCOM; /* Desocupação TED */  
            FIM;  
          FIM; /* ENVIA$TED$POSSÍVEL */
```

```
PROCEDIMENTO ENV$BLC$APOS$SR$DESOCUP;  
/* faz o envio de todos os blocos de transporte que não puderam ser  
transmitidos para a ETR remota devido a CR estar ocupada */  
INICIO  
  SE ((EST$CON$TR = C$TR$LOC ou D$TR$LOC) ou TCC$PEND) E  
    (VET$TR$PEND setado)  
    ENTÃO REENVIA$BLOCO; /* bloco TCR, TCC ou TDR armazenado */  
  SE EST$CON$TR = TRANSP$DADOS  
    ENTÃO INICIO  
      SE bit TAK do VET$TR$PEND está setado  
        ENTÃO INICIO  
          Pede bloco;  
          ENV$BLC$TAK;  
          FIM;  
        SE bit TEA do VET$TR$PEND está setado  
          ENTÃO INICIO  
            Pede bloco;  
            ENV$BLC$TEA;  
            FIM;  
          SE bit TRJ do VET$TR$PEND está setado  
            ENTÃO INICIO  
              Pede bloco;  
              ENV$BLC$TRJ;  
              FIM;  
            ENVIA$TED$POSSÍVEL;  
            ENVIA$TDT$POSSÍVEIS;  
            FIM;  
          SE bit TER do VET$TR$PEND está setado  
            ENTÃO INICIO  
              Apanha bloco TER armazenado na FRETRTER;  
              ENV$BLC$TER;  
              Limpa fila FRETRTER;  
              FIM;  
            Limpa VET$TR$PEND;  
          FIM; /* ENV$BLC$APOS$SR$DESOCUP */
```