

## **Especificação funcional de um servidor para o serviço não orientado à conexão na RDSI-FL**

*Pedro Graef Jr*  
*CPqD Telebrás*  
*CX: 1579, Campinas-SP-Brasil*  
*CEP: 13088 061*  
*email: graef@cpqd.br*

*Ivanil S. Bonatti*  
*DT-FEE Unicamp*  
*CX: 6101, Campinas-SP-Brasil*  
*CEP: 13081 970*  
*email: ivanil@dt.fee.unicamp.br*

### **Resumo**

Atualmente a principal demanda para a RDSI-FL é a transferência de dados a altas taxas, especialmente na interconexão de redes locais e metropolitanas, onde o transporte das unidades de dado é realizado por um serviço não orientado à conexão. Uma estratégia para o suporte deste serviço considera servidores internos à RDSI-FL, cuja principal função é o encaminhamento das unidades de dado do usuário sobre a rede ATM.

Este artigo apresenta e descreve as funcionalidades e os modos de operação de um servidor. Para um modo de operação selecionado, também é descrita uma proposta de especificação funcional utilizando a linguagem SDL (Specification and Description Language).

### **Abstract**

Today the main demand for B-ISDN is the high speed data transfer, specially in metropolitan and local area networks interconnection, where the transport of the data units is done using a connectionless service. One approach for this bearer service consists in implementing servers inside the B-ISDN with the main function of routing the user data units over the ATM network.

This paper shows and describes the server functionalities and operation modes. Based on a selected operation mode is also described a proposal of its functional specification using SDL (Specification and Description Language).

## 1 Introdução

O desenvolvimento tecnológico associado a automação dos processos industriais e a informatização da sociedade vêm provocando alterações no perfil da demanda dos serviços de comunicações, assim como na concepção das redes de telecomunicações.

No ambiente do usuário ocorre uma proliferação de microcomputadores e estações de trabalho com alta capacidade de processamento e novas aplicações, formando redes locais.

Na rede de telecomunicações ocorre a disseminação de meios de transmissão com elevada capacidade de transferência de informação e alta confiabilidade, assim como a concepção de comutadores com protocolos de comunicação de alto desempenho e flexíveis de forma a integrar os diferentes tipos de serviços.

Neste contexto, a RDSI-FL (Rede Digital de Serviços Integrados de Faixa Larga) foi preconizada pelo ITU-T (International Telecommunication Union – Telecommunication Standardization Sector) para suportar a demanda dos serviços atuais e futuros. Esta se baseia na técnica de multiplexação e comutação ATM (Asynchronous Transfer Mode) [1], que opera com unidades de dado de tamanho fixo denominadas células ATM.

Atualmente, a principal demanda para a RDSI-FL, conforme estudo realizado em [2], é a transferência de dados a altas taxas, especialmente na interconexão de redes locais (LAN – Local Area Network) e metropolitanas (MAN – Metropolitan Area Network), cujo transporte das unidades de dado é realizado por um serviço não orientados à conexão.

Este serviço caracteriza-se pelo transporte das unidades de dado (datagrama) de forma independente através da rede, sem o estabelecimento de uma conexão (ou sessão) entre os usuários de origem e destino. O encaminhamento das unidades de dado é realizado em função do endereço de destino, contido no cabeçalho da unidade de dado do usuário.

### 1.1 Suporte ao serviço na RDSI-FL

Para prover o serviço não orientado à conexão sobre a rede ATM o ITU-T especificou o protocolo CLNAP<sup>1, 2</sup> (Connectionless Network Access Protocol) [4], cuja principal função é o roteamento e endereçamento, segundo o formato E.164 [5], das unidades de dado do usuário.

No suporte ao serviço não orientado à conexão os seguintes componentes são identificados:

- Rede de conexões ATM semipermanentes: conjunto de conexões pré-definidas, cujo controle, estabelecimento e liberação são realizados por procedimentos de gerência de rede. O perfil de tráfego em surtos, característico das redes MAN/LAN e a sobrecarga de processamento envolvida no estabelecimento e liberação de conexões, inviabiliza o uso de conexões sob-demanda.
- Unidade de interfuncionamento (IWU – Interworking Unit): realiza o encapsulamento da unidade de dado do usuário (LAN/MAN) no campo de informação da unidade CLNAP\_PDU e a segmentação desta em células ATM. No sentido inverso ocorre a remontagem da unidade CLNAP\_PDU e o desencapsulamento da unidade de dado do usuário. O IWU pode ser implementado como “bridge” ou “router” [6] traduzindo, respectivamente, os endereços no

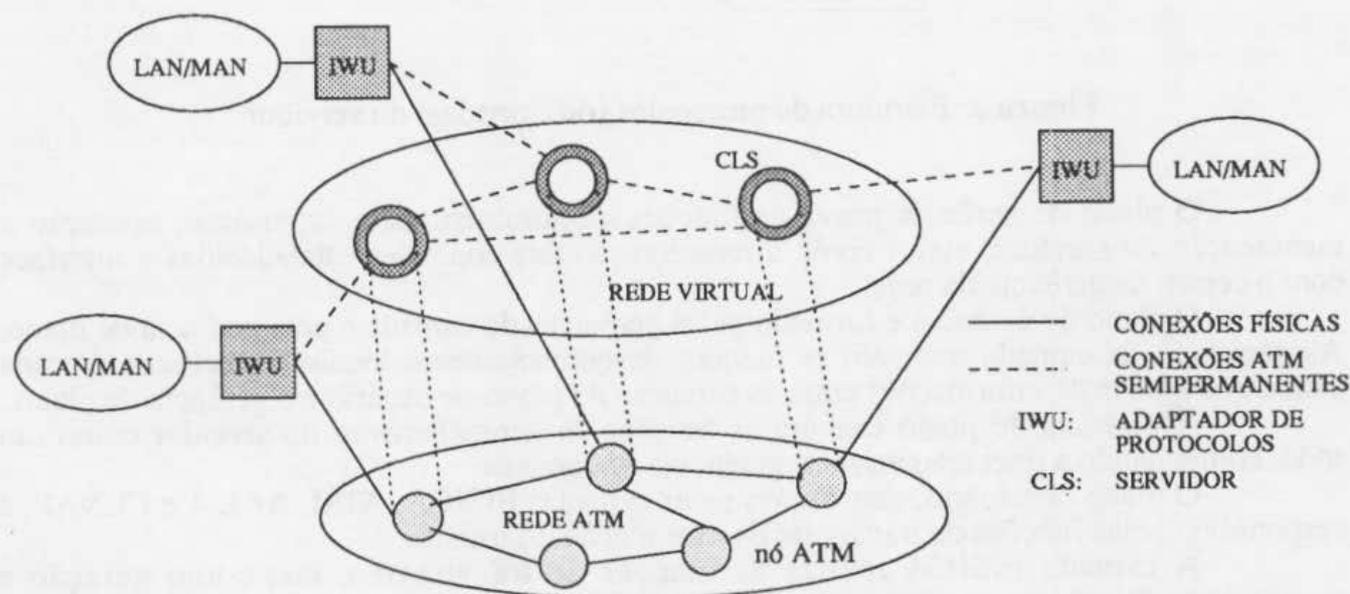
1. O protocolo CLNAP foi definido de forma a manter uma estreita compatibilidade com o serviço SMDS (Switched Multimegabit Data Service) [3] especificado pelo Bellcore.

2. Atualmente estudos estão sendo realizados para a definição do protocolo CLNIP (Connectionless Network Interface Protocol), para a interface de rede. Desta forma, este artigo generalizará o uso do protocolo CLNAP para as interfaces de usuário e de rede.

formato MAC (Medium Access Control) [7], [8], [9] e [10] ou de rede<sup>3</sup> para o formato E.164.

- Servidor (CLS – Connectionless Server): elemento que realiza o encaminhamento das células ATM, que compõem a unidade CLNAP\_PDU, através da rede de conexões ATM semipermanentes. O servidor pode executar funções de acesso ou de trânsito conforme a sua atuação na rede. O servidor de trânsito é responsável exclusivamente pela função de roteamento das unidades de dado, atuando como um elemento de transporte intermediário entre os servidores de acesso. Os servidores de acesso são aqueles que se interfaceiam diretamente com os elementos IWU. Estes, além de rotear as unidades de dado, são também responsáveis pela função de verificação de compatibilidade dos endereços de origem e destino.

A figura 1 ilustra a relação entre estes componentes, considerando o servidor interno à RDSI-FL<sup>4</sup> e funcionalmente integrado ao nó ATM.



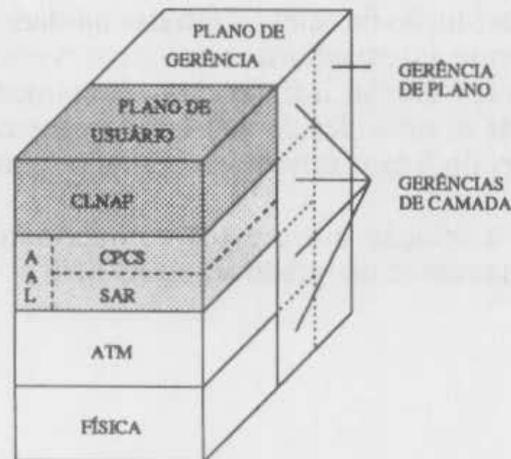
**Figura 1:** Rede virtual não orientada à conexão

3. Por exemplo IP (Internet Protocol) [11].

4. Esta figura corresponde ao cenário Direto definido pelo ITU-T, [12] e [13]

## 2 Arquitetura funcional do servidor

De acordo com o modelo de referência [14] o servidor é representado integrando-se as funcionalidades dos protocolos CLNAP e AAL 4<sup>5</sup> (ATM Adaptation Layer) [15] ao nó ATM, conforme apresentado na figura 2.



**Figura 2:** Estrutura de protocolos (ou camadas) do servidor

O plano de gerência provê as funções de administração, supervisão, operação e manutenção do servidor, assim como a monitoração das conexões estabelecidas e interface com o centro de gerência da rede.

O plano de gerência é formado pelas gerências de camada e pela gerência de plano. As gerências de camada realizam as funções de gerenciamento locais, específicas de cada camada, e a troca de informações entre as camadas do plano de usuário e a gerência de plano.

A gerência de plano executa as funções de gerenciamento do servidor como um todo, coordenando a interação entre as gerências de camada.

O plano de usuário, constituído pelas camadas FÍSICA, ATM, AAL 4 e CLNAP, é responsável pelas funções de transporte da informação do usuário.

A camada FÍSICA realiza as funções de transmissão, tais como geração e recuperação de relógio e sincronismo de quadro, delineamento da célula ATM, geração e verificação do CRC (Cyclic Redundancy Check) referente ao cabeçalho da célula ATM e embaralhamento e desembaralhamento da célula.

A camada ATM [16] basicamente executa as funções de multiplexação e demultiplexação de células, controle de fluxo, descarte seletivo de células e detecção de células inválidas.

A camada AAL 4, constituída das subcamadas SAR (Segmentation and Reassembly) e CPCS (Common Part Convergence Sublayer), é responsável pelas seguintes funções:

- 1- Segmentação da unidade CLNAP\_PDU em células ATM e remontagem no sentido inverso.
- 2- Detecção de erros na unidade SAR\_PDU<sup>6</sup>.

5. Apesar da camada de adaptação recomendada pelo ITU-T para o serviço não orientado à conexão ser a AAL 4, existem propostas para a substituição desta pela AAL 5.

6. A unidade SAR\_PDU corresponde ao campo de informação da célula ATM.

- 3- Detecção de perda ou de inserção de unidades SAR\_PDU através da verificação da integridade da sequência destas unidades.
- 4- Inserção e extração de preenchimento, quando o tamanho da unidade CPCS\_PDU não é múltiplo do tamanho do campo de informação da unidade SAR\_PDU (44 bytes).

Para a camada CLNAP as funções atribuídas são:

- 1- Seleção da conexão ATM semipermanente, aqui designada por ATM\_CI<sup>7</sup> (ATM Connection Identification), com base no endereço de destino e na classe de qualidade de serviço<sup>8</sup>, especificados no cabeçalho da unidade CLNAP\_PDU, para o seu transporte.
- 2- Validação de endereços: Esta função, implementada no servidor de acesso, consiste em verificar os dados de cadastro referentes as unidades CLNAP\_PDU recebidas dos elementos IWU filiados ao servidor. Esta verificação é feita pela análise do endereço de origem da unidade CLNAP\_PDU.
- 3- Filtro de endereços: Esta função, executada no servidor de acesso, consiste em verificar se a unidade CLNAP\_PDU recebida pode ser encaminhada para o endereço de destino especificado, ou seja, ao elemento IWU de destino e vice-versa, de forma a se constituir domínios de restrições de acesso<sup>9</sup>.
- 4- Replicação: Esta função é decorrente do endereçamento de grupo requisitado pelo usuário para o transporte da unidade CLNAP\_PDU. Esta função implica, ao se constatar que o endereço de destino é um endereço de grupo<sup>10</sup>, em replicar quando necessário, a unidade CLNAP\_PDU.  
A verificação da necessidade e do número de replicações é feita com base na análise dos endereços individuais representados pelo endereço de grupo e na topologia da rede de conexões semipermanentes.
- 5- Implementação de classes de acesso: Esta função implica na definição de um conjunto limitado de classes de acesso com diferentes parâmetros de tráfego e monitoração destes parâmetros.
- 6- Detecção de erros na unidade CLNAP\_PDU. Esta função opcional pode ser condicionada à classe de qualidade de serviço especificada para o transporte da unidade CLNAP\_PDU.

## 2.1 Modos de operação do servidor

As principais funções do servidor são realizadas com base nas informações dos endereços de origem e destino contidas no cabeçalho da unidade CLNAP\_PDU. A forma como a camada CLNAP tem acesso a estas informações define o modo de operação do servidor. Os dois modos de operação possíveis são:

---

7. O ATM\_CI representa logicamente os identificadores VPI (Virtual Path Identifier) e VCI (Virtual Channel Identifier), e a identificação da conexão física.

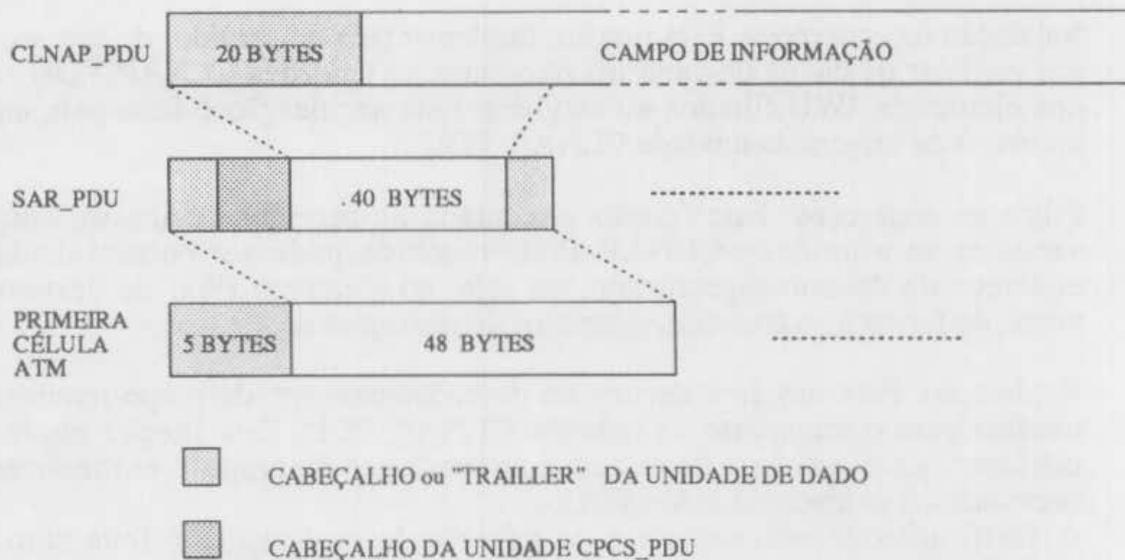
8. As classes de qualidade de serviço podem ser definidas, por exemplo, em função do tempo de atraso, prioridade, confiabilidade e tráfego desejados para o transporte da unidade CLNAP\_PDU.

9. Um caso particular de domínio é o grupo fechado de usuários, onde cada usuário, neste artigo, é uma LAN ou MAN.

10. Endereço de grupo, ou "multicast", é aquele que representa mais de um endereço de destino.

- A- Execução das funções da camada CLNAP após a remontagem da unidade CLNAP\_PDU, ou seja, após a agregação das células ATM que a compõem.
- B- Execução das funções da camada CLNAP após a recepção da primeira célula ATM que compõe a unidade CLNAP\_PDU. Neste caso o processamento desta primeira célula deve ser rápido o suficiente de forma a preservar a sequenciação das demais células da unidade CLNAP\_PDU.

Este modo de operação baseia-se no fato de que o cabeçalho da unidade CLNAP\_PDU está inteiramente contido nesta primeira célula, conforme mostra a figura 3. Neste caso as funções 1 e 4 da camada AAL e a função 5 da camada CLNAP não são implementadas.



**Figura 3:** Primeira célula da unidade CLNAP\_PDU

O modo de operação "B", apesar de ser de implementação mais complexa por operar com restrições de tempo, apresenta as seguintes vantagens em relação ao modo de operação "A":

- Elevada capacidade de roteamento, por não executar a remontagem das células ATM.
- Reduzida inserção de atraso no processo de roteamento das unidades de dado.
- Desempenho independente do tamanho da unidade CLNAP\_PDU<sup>11</sup>.
- Não armazenamento das células que compõem a unidade CLNAP\_PDU.

### 3 Especificação funcional do servidor em SDL

SDL (Specification and Description Language), [17], [18] e [19], é uma linguagem de descrição formal desenvolvida e padronizada pelo ITU-T para especificação e descrição do comportamento de sistemas de telecomunicações. De forma geral, a linguagem SDL se aplica a todos os sistemas cujo comportamento pode ser modelado através de interações entre máquinas de estados finitos extendidas [20].

11. Este tamanho pode variar desde 24 bytes até 92% bytes.

A linguagem SDL descreve o sistema, de forma gráfica (veja símbolos no anexo) ou textual, em diferentes níveis hierárquicos de abstração, desde a estrutura geral, como por exemplo, a interação entre blocos funcionais do sistema, até em níveis de detalhamento próximos da implementação física do sistema. Os níveis são os seguintes:

- Bloco
- Processo
- Serviço
- Procedimento e macro

Os blocos são os elementos de maior nível de abstração e representam a primeira etapa do particionamento do sistema, descrevendo suas macros funções. O bloco pode ser subdividido novamente em blocos (subblocos) se for necessário níveis adicionais de detalhamento.

A próxima etapa de particionamento é a subdivisão dos blocos em processos que são os elementos executores das sub-funções do sistema. Os processos são elementos dinâmicos que podem ser executados paralelamente.

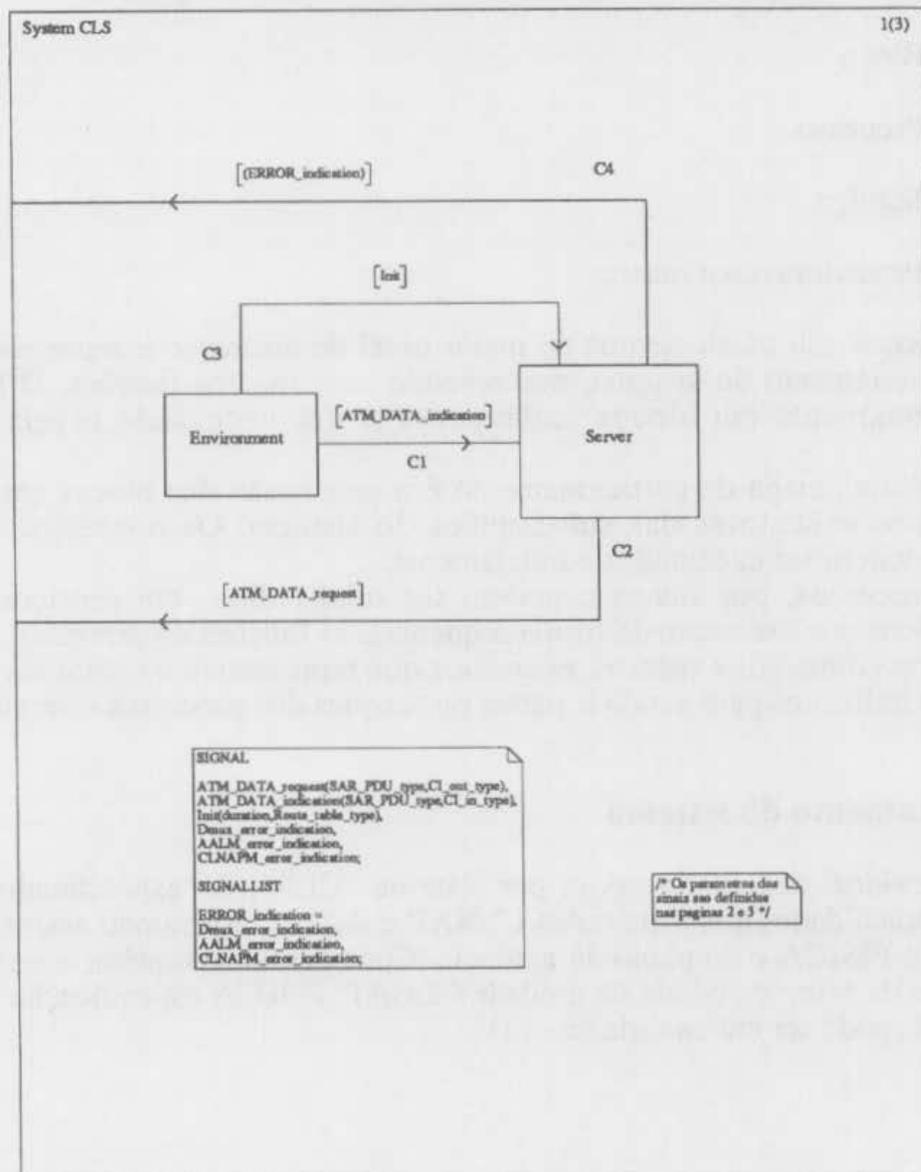
Os processos, por sua vez, podem ser subdivididos em serviços que são sub-processos estáticos que executam de forma sequencial as funções do processo.

Os procedimentos e macros, elementos que representam o menor nível de abstração do sistema, são utilizados para detalhar partes ou funções dos processos e serviços.

### 3.1 Particionamento do sistema

O servidor, designado agora por sistema "CLS", foi especificado considerando apenas as funcionalidades dos protocolos CLNAP e AAL 4, abstraindo assim as funções das camadas ATM e FÍSICA e do plano de gerência. Considera-se, também, o servidor operando após a recepção da primeira célula da unidade CLNAP\_PDU. A especificação completa deste sistema em SDL pode ser encontrada em [21].

A figura 4 apresenta o particionamento do sistema “CLS” em blocos.



**Figura 4:** Definição do sistema “CLS”

Neste sistema o bloco “Server” representa as funções dos protocolos CLNAP e AAL 4, recebendo os sinais “ATM\_DATA\_indication” (canal C1) e os encaminhando para o destino, através dos sinais “ATM\_DATA\_request” (canal C2).

O bloco “Environment” foi inserido no sistema para prover a configuração do bloco “Server”, através do sinal “Init” (canal C3) e estimulação (simulação) do sistema através do sinal “ATM\_DATA\_indication”.

A lista de sinal “ERROR\_indication” (canal C4) representa os sinais de erro (“Dmux\_error\_indication”, “AALM\_error\_indication” e “CLNAPM\_error\_indication”) gerados pelos processos do bloco “Server” (veja figura 6).

Os canais C1 e C2 representam a interface com a camada ATM, enquanto os canais C3 e C4 a interface com o plano de gerência.

### 3.1.1 Descrição dos tipos

A seguir são apresentados os tipos dos parâmetros, descritos entre parênteses na figura 4, associados aos sinais do sistema "CLS":

*SAR\_PDU\_type*: Representa a unidade SAR\_PDU. Para a simulação este tipo foi definido de forma genérica para os diferentes segmentos da unidade SAR\_PDU e considerando apenas os campos relevantes à operação do sistema "CLS".

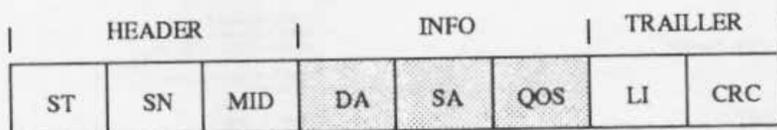


Figura 5: SAR\_PDU\_type

onde,

**ST** (Segment Type): Identifica a unidade SAR\_PDU como de início de mensagem (BOM), intermediária da mensagem (COM), de fim de mensagem (EOM) ou como única da mensagem (SSM).

**SN** (Sequence Number): Especifica a posição relativa (módulo 16) das unidades SAR\_PDU que compõem uma unidade CPCS\_PDU.

**MID** (Multiplexing Identification): Identifica a unidade CPCS\_PDU, de forma que todas as unidades SAR\_PDU pertencentes a esta unidade possuem o campo MID com o mesmo valor.

**LI** (Lenght Indication): Indica o número de bytes transportados no campo de informações da unidade SAR\_PDU.

**CRC** (Cyclic Redundancy Check): Utilizado para se detetar erros no transporte da unidade SAR\_PDU.

**DA** (Destination Address): Representa o endereço de destino, no formato E.164, identificando se este é individual ou de grupo.

**SA** (Source Address): Representa o endereço de origem no formato E.164.

**QOS** (Quality of Service): Representa a classe de qualidade de serviço desejada, para o transporte da unidade CLNAP\_PDU, expressa através da designação ("true" ou "false") de prioridade, de atraso, de tráfego e de confiabilidade.

*CI\_in\_type*: Identificação da conexão ATM (ATM\_CI) de entrada.

*CI\_out\_type*: Identificação da conexão ATM (ATM\_CI) de saída.

*Route\_table\_type*: Representa a tabela de roteamento, apresentando, para cada endereço E.164 de destino, as opções de conexões ATM de saída e seus atributos de qualidade de serviço.

*duration*: Intervalo de temporização usado para definir o tempo máximo para o roteamento de todas as células de uma unidade CLNAP\_PDU.



instância e, no caso positivo, a criação e encaminhamento da unidade SAR\_PDU para esta. No caso negativo a unidade SAR\_PDU é descartada.

A liberação da instância é efetuada quando o processo recebe o sinal "Finish\_router", gerado no término da execução do processo "Router".

Este processo, também, identifica por conexão (ATM\_CI) de entrada as unidades SAR\_PDU que pertencem a mesma unidade CPCS\_PDU (campo MID com o mesmo valor) e as encaminha para a mesma instância do processo "Router".

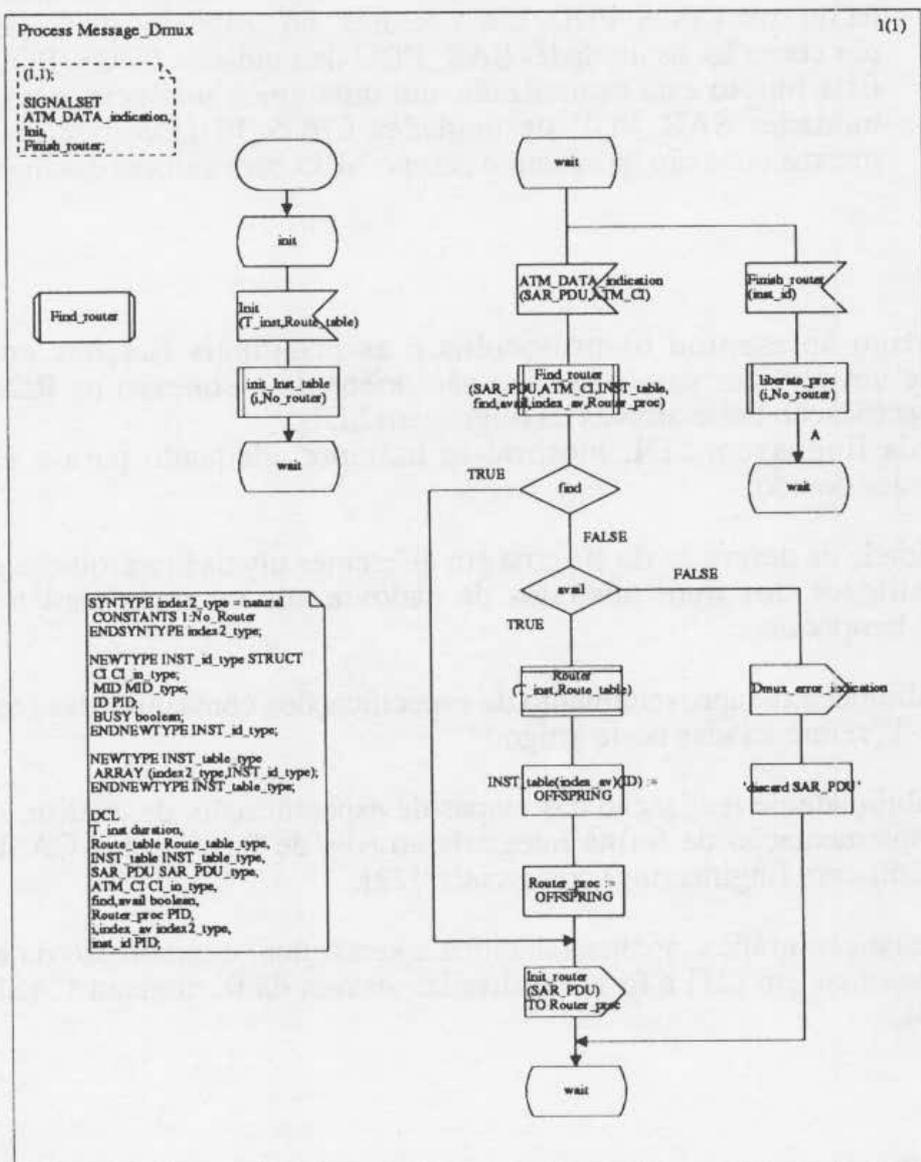


Figura 7: Exemplo: Processo "Message\_Dmux"

"Router":

Identifica a primeira unidade SAR\_PDU (ST = BOM ou SSM), pertencente a unidade CPCS\_PDU e a partir das informações de endereço de destino e da classe de qualidade de serviço presentes nesta, seleciona as conexões ATM (ATM\_CI) de saída para as quais será encaminhada<sup>12</sup>. As demais unidades SAR\_PDU (ST = COM ou EOM), da mesma CPCS\_PDU, são encaminhadas para as mesmas conexões.

12. No caso de endereçamento de grupo mais de uma conexão pode ser selecionada.

No caso do endereço de destino não constar na tabela de roteamento, da não disponibilidade de uma conexão com a classe de qualidade de serviço desejada ou da detecção de uma SAR\_PDU inválida ou fora de sequência, a unidade SAR\_PDU e as demais unidades consecutivas, da mesma unidade CPCS\_PDU, são descartadas.

Este processo é temporizado de forma a liberar a instância quando o tempo para o roteamento de todas unidades SAR\_PDU, da mesma CPCS\_PDU, se torna excessivo, como por exemplo, quando ocorre a perda de uma unidade SAR\_PDU.

“MID\_allocate”: Define, para cada conexão selecionada pelas instâncias do processo “Router”, o valor a ser atribuído ao campo MID das unidades SAR\_PDU da mesma CPCS\_PDU. Estes valores são atribuídos de forma sequencial, por conexão, às unidades SAR\_PDU de unidades CPCS\_PDU distintas. Esta função está centralizada, em uma única instância, para garantir que unidades SAR\_PDU de unidades CPCS\_PDU consecutivas, em uma mesma conexão, possuam o campo MID com valores distintos.

## 4 Conclusão

Este artigo apresentou os protocolos e as principais funções envolvidas na implementação de um servidor para o serviço não orientado à conexão na RDSI-FL e uma proposta para especificação deste através da linguagem SDL.

O uso da linguagem SDL mostrou-se bastante adequado para a especificação funcional do servidor devido:

- A facilidade de descrição do sistema em diferentes níveis hierárquicos de abstração, a flexibilidade dos tipos abstratos de dados e aos recursos para tratamento de eventos temporais.
- A possibilidade do aproveitamento de especificações constantes das recomendações do ITU-T, referenciadas neste artigo.
- A possibilidade de realização das etapas de especificação, de análise, de simulação e de implementação de forma integrada através de ferramentas CASE (Computer Aided Software Engineering) comerciais [22].

As etapas de edição gráfica, análise (sintática e semântica) e simulação da especificação do servidor são descritas em [21] e foram realizadas através da ferramenta CASE SDT (SDL Design Tool) [23].

## Anexo: Símbolos gráficos da linguagem SDL

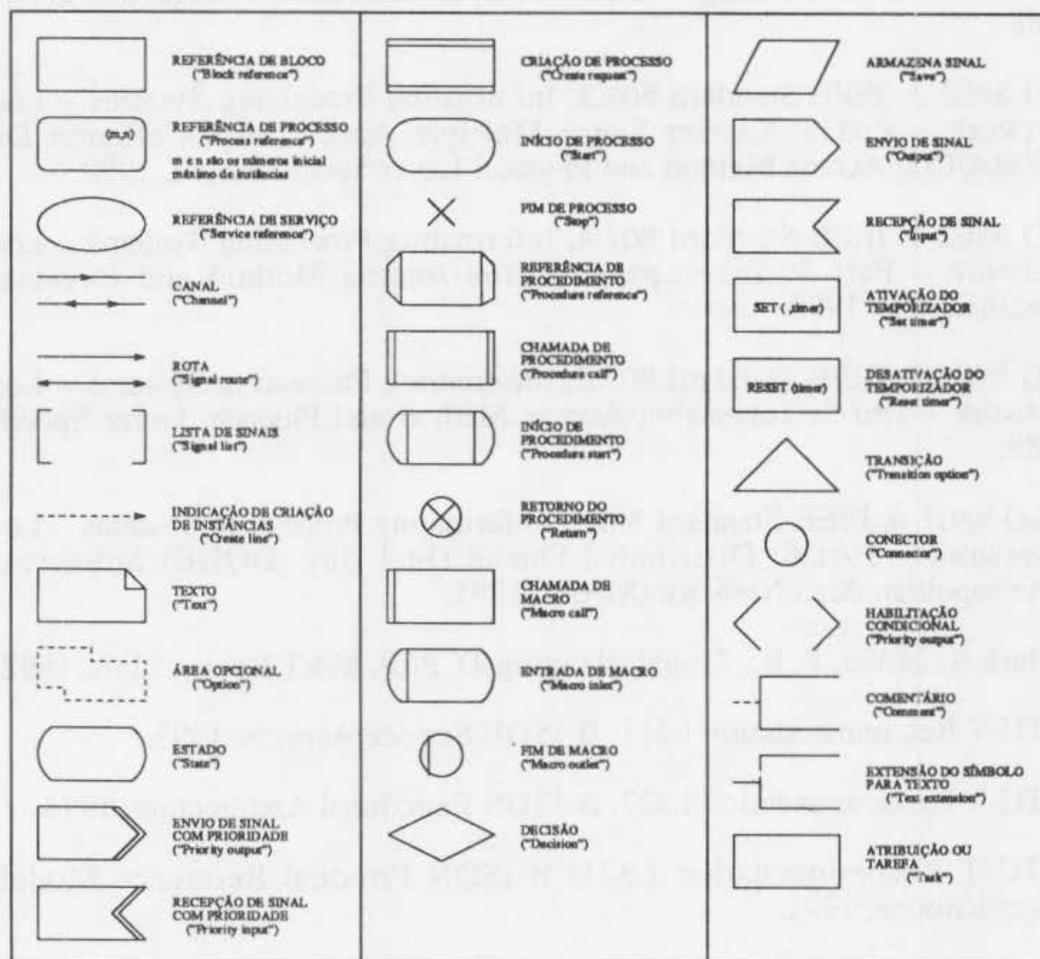


Figura 8: Símbolos gráficos da linguagem SDL

## Agradecimentos

Este trabalho foi realizado no âmbito da Pesquisa Aplicada em sistemas de comutação de Alto Desempenho do Departamento de Desenvolvimento de Sistemas do CPqD da Telebrás e contou com o apoio do Departamento de Telemática da Unicamp.

## Bibliografia

- [1] ITU-T Recommendation I.150: B-ISDN Asynchronous Transfer Mode Functional Characteristics, 1993.
- [2] P. Grael, N. Sakomura, A. Barbieri e C. Klemz. Panorama mundial de redes faixa larga, Nota Técnica CPqD Telebrás – DDS, Abril de 1993.
- [3] TR-TSV-000772, Generic System Requirements in Support of Switched Multi-Megabit Data Service, Bellcore Technical Reference, Issue 1, May 1991.
- [4] ITU-T Recommendation I.364: Support of Broadband Connectionless Data Service on B-ISDN, 1993.

- [5] ITU-T Recommendation E.164: Numbering Plan for the ISDN Era, 1991.
- [6] William M. Seifert. Bridges and Routers, IEEE Network Magazine, 2(1), January 1988.
- [7] ISO 8802-3, IEEE Standard 802.3, Informating Processing Systems – Local Area Network – Part 3: Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) Access Method and Physical Layer Specifications, 1990.
- [8] ISO 8802-4, IEEE Standard 802.4, Informating Processing Systems – Local Area Network – Part 4: Token-passing Bus Access Method and Physical Layer Specifications, 1990.
- [9] ISO 8802-5, IEEE Standard 802.5, Informating Processing Systems – Local Area Network – Part 5: Token-ring Access Method and Physical Layer Specifications, 1989.
- [10] ISO 8802-6, IEEE Standard 802.6, Informating Processing Systems – Local Area Network – Part 6: Distributed Queue Dual Bus (DQDB) Subnetwork of a Metropolitan Area Network (MAN), 1991.
- [11] Mark A. Miller, P. E.; Troubleshooting TCP/IP, M&T Books, EUA, 1992.
- [12] ITU-T Recommendation I.211: B-ISDN Service Aspects, 1993.
- [13] ITU-T Recommendation I.327: B-ISDN Functional Architecture, 1993.
- [14] ITU-T Recommendation I.321: B-ISDN Protocol Reference Model and its Applications, 1991.
- [15] ITU-T Recommendation I.363: B-ISDN Adaptation Layer (AAL) Specification, 1993.
- [16] ITU-T Recommendation I.361: B-ISDN ATM Layer Specification, 1993.
- [17] ITU-T Recommendation Z.100: Specification and Description Language SDL, Blue Book, 1988.
- [18] R. Saracco, J. R. Smith. Telecommunications Systems Engineering using SDL, 1989.
- [19] Ferenc Belina, Dieter Hogref and Amardeu Sarma. SDL with Applications from Protocol Specification, Prentice Hall International (UK) Ltda, 1991.
- [20] ITU-T Recommendation Z.100 Annex D: SDL User Guidelines, Blue Book, 1988.
- [21] Pedro Grael Jr; Suporte ao serviço não orientado à conexão na RDSI-FL, Dissertação de tese de mestrado, FEC – Dpto Telemática UNICAMP, Maio de 1994.
- [22] S.T. Chanson, A.A.F. Loureiro, S.T. Vuong; On tools supporting the use of formal description techniques in protocol development; Computer Networks and ISDN Systems, 1993.
- [23] SDT 2.3 User's Guide, TeleLOGIC Malmo AB, 1993.