

Este exemplar corresponde à redação final da tese
defendida por Carlos Alberto Fróes
Lima e aprovada pela Comissão
Julgadora em 24/04/95.

Orientador

Universidade Estadual de Campinas

Faculdade de Engenharia Elétrica

Departamento de Comunicações

***Análise de OAM para
Equipamentos da B-ISDN***

Mestrando: **Carlos Alberto Fróes Lima**

Orientador: **Dr. Rege Romeu Scarabucci**

Campinas, 24 de abril de 1995

RESUMO

A evolução das redes digitais e de uma nova tecnologia de comutação e multiplexação em altas taxas - ATM (Asynchronous Transfer Mode) - garantiu uma forma flexível para a interligação em rede. Da padronização do ITU-T e de diversos foros de fabricantes, aliando a indústria da informática com a indústria de telecomunicações pretende-se uma universalidade no processo de transferência de informações nas próximas décadas.

Dentro desta característica de técnica integradora da tecnologia ATM, os equipamentos projetados deverão considerar, além do transporte propriamente da informação, a sua integração do ponto de vista de gerenciamento. Neste sentido, mecanismos de Operação, Administração, Manutenção e Provisionamento deverão estar contidos e padronizados nestes equipamentos.

Este trabalho analisa as necessidades básicas de um equipamento que possa ser inserido na futura rede faixa larga de serviços integrados do ponto de vista de concepção de gerenciamento. Como exemplo da estrutura apresentada é também proposto um modelo para a Camada de protocolo ATM que contempla e exemplifica as funcionalidades requeridas em operação e gerenciamento de rede. Utilizando a linguagem formal de descrição e especificação SDL (*Specification and Description Language*) e diagramas de fluxo de mensagens MSC (*Message Sequence Chart*) a consistência deste modelo é verificada.

**“Se procurar bem, você acaba encontrando
não a explicação (duvidosa) da vida,
mas a poesia (inexplicável) da vida. “**

Vinícius de Moraes

Agradecimentos

Muitos me ajudaram direta ou indiretamente na realização desta meta:

Minha esposa Cláudia pelo esforço em compreender o empenho em um assunto tão distante de sua realidade e aceitar minhas horas em frente a outras máquinas.

A minha chefia direta no CPqD-Telebrás, Carniel e Carlos Klemz pelo apoio total ao desenvolvimento e às idéias, ora mirabolantes, que surgiam para o projeto, resultado de averiguações em campos inusitados.

Aos meus colegas de trabalho Pedro e Armando pelo apoio e principalmente a Conceição e ao Nelson Sakomura pelas discussões técnicas, metodologias e filosofias do desenvolvimento.

Em especial, desejo agradecer ao meu orientador Prof. Dr. Rege Scarabucci pelo incentivo, dedicação e infinita paciência na revisão deste trabalho.

Dedicatória

**À minha esposinha Cláudia, e aqueles que buscam,
trabalham, não se cansam e sorriem frente as intempéries para
realizar um sonho. Enfim, para aqueles que conquistam.**

Índice

Capítulo 1	<i>Introdução</i>	1
	A Tecnologia	2
	Caracterização de Proposta	3
	Comprovação do Processo	4
 Capítulo 2	 <i>OAM para Equipamentos ATM</i>	 7
	Aspectos Gerais de Rede B-ISDN	7
	<i>Princípios Básicos de ATM</i>	8
	<i>Divisão da Rede em Camadas</i>	9
	<i>Componentes da Rede de Transporte ATM</i>	10
	<i>Camada ATM</i>	12
	<i>Camada Física</i>	15
	Modelo de Referência para o Protocolo B-ISDN e suas Aplicações	17
	<i>Plano de Gerência</i>	17
	Princípios de Operação e Manutenção da B-ISDN	19
	<i>Princípios Básicos</i>	19
	<i>Fluxos e Níveis de OAM</i>	20
	<i>Mecanismos para Prover os Fluxos de OAM</i>	20
	<i>Funções de OAM da Camada Física</i>	25

<i>Funções de OAM da Camada ATM</i>	28
<i>Facilidade de "Loopback" na Camada ATM</i>	30
Estrutura e Codificação da Célula ATM	31
<i>O Cabeçalho da Célula</i>	33
<i>Formato da Célula de OAM na Camada ATM</i>	35

Capítulo 3

Caracterização e Interfuncionamento das Redes ATM

Arquitetura Funcional de um Elemento de Rede	45
Funções de Transferência	51
<i>Camada Física</i>	51
<i>Camada ATM</i>	51
Funções de Gerenciamento de Camadas	52
<i>Gerência da Camada Física</i>	52
<i>Gerência da Camada ATM</i>	52
Elementos de Rede Envolvidos no Transporte de Informação do Plano de Usuário	55
Comunicação entre Usuário e Elementos de Rede	56
Estrutura Genérica da Rede de Transporte	58
Controle e Gerência da Rede de Transporte B-ISDN	60
<i>Objetivos e Requisitos Gerais</i>	62

Capítulo 4

Gerenciamento de Equipamento e de Rede ATM - Particularização da Análise de OAM

Proposta de um Modelo Funcional para Equipamentos da Rede B-ISDN	65
Proposta de Modelo de Gerenciamento para Equipamentos da B-ISDN	70
<i>Análise do Gerenciamento da Camada ATM</i>	73
<i>Características da Implementação</i>	74
Análise dos Requisitos de Gerenciamento da Camada ATM para a Implementação de OAM	75
<i>Funções de Gerenciamento de Falhas de Caminho Virtual</i>	75
<i>Funções de Gerenciamento de Falhas de Canal Virtual</i>	87
<i>Função de Gerenciamento de Desempenho de Caminho Virtual</i>	94
<i>Função de Gerenciamento de Desempenho de Canal Virtual</i>	96
<i>Gerenciamento de Sistema através de VP</i>	98
<i>Gerenciamento de Sistema através de VC</i>	99

Procedimentos para Ativação/Desativação de Monitoração de Desempenho e Verificação de Continuidade 100

Modelamento do Sistema de Gerenciamento para Atender as Necessidades de OAM do Sistema Proposto 104

Procedimentos de Tratamento de Falhas e Defeitos AIS e RDI 108

Procedimentos de Verificação de Continuidade 109

Capítulo 5

Implementação de OAM na Camada ATM - Uma Proposta de Modelamento 111

Funcionalidades da Camada ATM 111

Descrição das Entidades Envolvidas no Modelo 113

Vínculos de Projeto 114

Entidade ATM 115

Entidade de Gerência do Sistema Local 116

Entidade ATMM 117

Descrição das Primitivas Usadas para Modelar as Interações entre as Entidades 120

Primitivas para Comunicação com a Camada Física 120

Primitivas para Comunicação com as Camadas mais Altas 121

Primitivas para Comunicação com o Plano de Gerência 122

Primitivas para Comunicação com o Plano de Controle 124

Primitivas para Comunicação entre a Entidade ATMM e a Entidade ATM 124

Primitivas para Comunicação entre a Entidade ATMM e a Gerência do Sistema Local 126

Características da Modelagem 127

Ativação de Conexão 128

Desativação de Conexão 129

Recepção de Célula de OAM de Gerenciamento de Recursos 130

Recepção de Célula de OAM de Meta-sinalização 130

Recepção de Célula de Usuário na Interface com a Camada Física 130

Recepção de Pedido de Transmissão de Informação de Usuário na Interface com a Camada AAL 130

Recepção de Célula de OAM -AIS 131

Recepção de Célula de OAM -RDI 131

Recepção de Falha na Camada Física 132

Ativação/Desativação de Verificação de Continuidade 132

Resumo dos Resultados 132

Bibliografia *135*

Recomendações ITU-T 135
Especificações e Bibliografia Especializada 139
Textos Auxiliares (Referências sobre o Assunto) 140

Anexo A *Modelo SDL para a Entidade ATMM*

Anexo B *MSC do Sistema Modelado*

Anexo C *Linguagem e Ferramenta de Auxílio à Modelagem*

A Linguagem SDL C-1
 Benefícios do Uso de uma Linguagem de Especificação C-2
 Histórico C-2
 Modelo Teórico C-2
 Principais Blocos Construtivos para a Representação Gráfica C-4
 Algumas Considerações Mínimas sobre a Sintaxe SDL C-6
Ferramenta para a Implementação C-6

Anexo D *Abreviaturas*

Capítulo 1 Introdução

Este trabalho se iniciou a partir de estudos necessários para a evolução de equipamentos da família Trópico RA, no Centro de Pesquisas e Desenvolvimento da Telebrás, Campinas, dentro de um Projeto de Pesquisa Aplicada em Comutação de Alto Desempenho (denominado PA-SCAD).

Os estudos exploratórios da tendência mundial de evolução de redes direcionaram a pesquisa para Redes Digitais de Serviços Integrados Faixa Larga (RDSI-FL ou *B-ISDN - Broadband Integrated Services Digital Network*). A partir da tecnologia emergente ATM (*Asynchronous Transfer Mode*) - padronizada pelo ITU-T¹ como a tecnologia a ser usada na B-ISDN) - e das necessidades de integração do gerenciamento das redes públicas, a concepção de OAM (Operação, Administração e Manutenção) se fez necessária. Esta necessidade se impôs desde a fase de projeto de sistema,

1. Como consequência de um processo de reforma dentro da União Internacional de Telecomunicações (ITU - International Telecommunication Union), o CCITT deixou de existir em 28 de fevereiro de 1993. Em seu lugar, o ITU-T (ITU Telecommunication Standardization Sector) foi criado em 1º de março de 1993

integrando e direcionando as linhas para o desenvolvimento de um possível equipamento.

Integrado desta forma com o desenvolvimento no CPqD, este trabalho pode ter um cunho mais prático, desbravando uma área tecnológica em busca de soluções para evolução da rede existente.

Os resultados teóricos e a proposta de modelamento aqui apresentados também resultaram em orientações para a especificação do Sistema de Comutação de Alto Desempenho Trópico RA - ainda em fase de conclusão.

1.1 A Tecnologia

ATM é uma tecnologia de comutação e multiplexação de altas taxas, que provê uma interligação em rede de forma flexível, usando pacotes de tamanho fixo chamados de células ATM. Uma característica desta tecnologia é que as células ATM podem ser rotuladas de forma independente e transmitidas sob demanda. Isto garante facilidade de alocação de largura de banda quando necessário, sem fixar uma hierarquia de taxas de canais. Como as células ATM podem ser enviadas periodicamente ou aleatoriamente (isto é, em blocos ou surtos de células (*bursts*)), serviços a taxas constantes ou variáveis podem ser suportados em uma larga gama de taxas.

Assim, devido a essa flexibilidade, ATM foi adotada como a tecnologia para a evolução das redes ISDN, para o transporte dos novos serviços de telecomunicações, tais como TV digital, HDTV digital (*High Definition TV*), videofonia de alta qualidade, transferência de dados a altas taxas, vídeo sob demanda, teleconferência... Estes serviços necessitam de grande banda de transmissão, definindo as características da B-ISDN para a sua prestação.

A flexibilidade da tecnologia de transporte da rede deve entretanto estar também associada com a flexibilidade e a eficiência do gerenciamento da rede. A busca de padronizações neste contexto está na pauta das discussões dos diversos foros internacionais e nos investimentos em pesquisa das indústrias de telecomunicações e informática (grande usuária e fornecedora potencial de novos serviços). Busca-se a garantia de minimizar o impacto da operação da rede e a identificação das necessidades da B-ISDN para os serviços cada vez mais exigentes do ponto de vista da qualidade contratada e com manutenção “instantânea” (isto é, com a maior agilidade possível, sem influência nos serviços prestados). Outro fato a ser considerado é que as redes ATM eventualmente sofrerão congestionamento, falhas e degradação do seu desempenho e sem ferramentas de gerenciamento apropriadas para antecipar, detectar e superar estes problemas a viabilidade da rede fica comprometida.

Este trabalho se propõe discutir algumas características de gerenciamento que estão sendo sugeridas internacionalmente para equipamentos ATM, enquadrando-se também nas diretrizes definidas para o gerenciamento de redes, através da TMN (*Telecommunications Management Network*). Procuramos modelar um equipamento tendo em vista estas diretrizes.

1.2 Caracterização de Proposta

Para viabilizar o processo de entendimento da proposta apresentada, procuramos neste trabalho introduzir o conhecimento necessário, obtido junto às especificações do ITU-T, com relação a tecnologia ATM. Caminhamos neste aprendizado, enfocando as necessidades de OAM para o transporte ATM no Capítulo 2. Também neste capítulo desenvolvemos o protocolo de OAM definido nas especificações.

Do ponto de vista de rede, necessitávamos situar o equipamento na rede, caracterizando as suas macro-funções, analisando a implementação e a funcionalidade perante a gerência da rede. Isto para clarificar as exigências de OAM, envolvendo as conexões lógicas criadas para o transporte da informação. Desenvolvemos este conteúdo no Capítulo 3.

Feita esta análise preliminar, analisamos mais detalhadamente as necessidades de OAM para um equipamento, definindo uma possível estrutura hierárquica para a implementação do seu gerenciamento (também do ponto de vista de gerenciamento da rede de comunicação ATM). As funções específicas de OAM da Camada ATM foram desenvolvidas e o esboço de um sistema para a implementação desta camada foi proposto no Capítulo 4.

Finalmente, a implementação das propostas do Capítulo 4 foram levadas a termo no Capítulo 5, para a Camada de protocolo ATM. Foi caracterizada a sua viabilidade do ponto de vista de gerenciamento e delineadas as necessidades para uma máquina física, com comportamento de gerenciamento segundo a TMN. Foi feito um esboço de todas as funções em um equipamento, sendo descrito formalmente. As funções para tratamento de falhas na Camada foram analisadas detalhadamente e a consistência do modelo comprovada.

1.3 Comprovação do Processo

Utilizamos a linguagem formal para especificação e descrição de sistemas (SDL), definida e padronizada pelo ITU-T, e uma ferramenta de apoio que nos permite simular do ponto de vista do equipamento o mecanismo definido. Comprovamos desta forma, através de diagramas de mensagens (MSC) o desenvolvimento do sistema proposto, frente as recomendações e especificações do Capítulo 4.

O Anexo A apresenta o modelamento feito na linguagem SDL e o Anexo B os MSC resultantes dos estímulos externos ao sistema gerado. O Anexo C apresenta um resumo sobre a Linguagem SDL, como apoio ao entendimento da representação.

Introdução

2.1 Aspectos Gerais de Rede B-ISDN

A principal característica da ISDN (Integrated Services Digital Network - Rede Digital de Serviços Integrados) é suportar uma grande variedade de aplicações como áudio, vídeo e dados na mesma rede. Assim, o elemento chave é a integração de uma grande variedade de serviços para usuários diferentes utilizando um conjunto limitado de tipos de conexões e interfaces usuário/rede de múltiplos usos [11]. Neste capítulo analisa-se as principais características de OAM para equipamentos ATM de acordo com as recomendações do ITU-T.

A B-ISDN (Broadband-ISDN) surgiu da demanda emergente de serviços faixa larga e da disponibilidade de novas tecnologias de processamento, transmissão e comutação (suportando estes novos serviços e exigindo uma nova realidade e flexibilidade de serviços e rede).

Como tecnologia e solução para a implementação da rede B-ISDN foi adotado o ATM (Asynchronous Transfer Mode), independente do meio de transporte da Camada Física, influenciando a padronização das hierarquias digitais, das estruturas de multiplexação, comutação e interfaces para os sinais faixa larga.

2.1.1 Princípios Básicos de ATM

ATM é um modo de transferência orientado a pacotes, que usa uma técnica de multiplexação assíncrona de divisão do tempo. O fluxo da informação multiplexada está organizado em blocos de tamanho fixo, chamados *células*. Uma célula consiste de um campo de informação e de um cabeçalho. A principal função do cabeçalho é identificar a célula ao longo do mesmo canal lógico dentro da multiplexação assíncrona de divisão do tempo. A capacidade de transferência é negociável e baseada nas necessidades da fonte e na disponibilidade de recursos da rede. A integridade do sequenciamento de células numa conexão de canal lógico é preservada na Camada ATM

O campo de informação é transportado de forma transparente pela Camada ATM. Nenhum processamento, por exemplo controle de erros, é executado no campo de informação na Camada ATM ([12]).

ATM é uma técnica orientada a conexão. Uma conexão dentro da Camada ATM é constituída por um ou mais enlaces, a cada um dos quais é definido um identificador. Estes identificadores não são modificados enquanto durar a conexão. Em geral, informações de sinalização e de usuário são carregadas em conexões separadas da Camada ATM, usando identificadores diferentes.

Embora ATM seja uma técnica orientada a conexão, pode oferecer uma capacidade de transferência bastante flexível comum a todos os serviços, incluindo os serviços não orientados a conexão ("connectionless").

2.1.2 Divisão da Rede em Camadas

A rede de transporte em B-ISDN, segundo o ITU-T é estruturada em duas camadas, denominadas Camada ATM e Camada Física, como mostrado na Figura 1 (conforme [16]).

Camadas mais Altas		
Rede de Transporte ATM	Camada ATM	Nível de Canal Virtual
		Nível de Caminho Virtual
	Camada Física	Nível de Caminho de Transmissão
		Nível de Seção Digital
		Nível de Seção de Regeneração

FIGURA 1. Hierarquia para a Rede de Transporte ATM

As funções de transporte da Camada ATM estão subdivididas em dois níveis: nível de Canal Virtual (VC - *Virtual Channel*) e nível de Caminho Virtual (VP - *Virtual Path*)¹. As funções de transporte da Camada Física estão divididas em três níveis: nível de Caminho de Transmissão² (*Transmission Path*), nível de Seção Digital e nível de Seção de Regeneração.

1. Optou-se aqui pela tradução *Path*=Caminho, tradução usada por grande maioria de autores nacionais, embora pudéssemos utilizar o termo *Path*=Rota, traduzindo também desta forma um conceito físico-lógico de conexão entre dois extremos.
2. idem nota de rodapé 1.

As funções de transporte da Camada ATM são independentes da implementação da Camada Física.

O relacionamento entre Canal Virtual, Caminho Virtual e Caminho de Transmissão está mostrado na Figura 2.

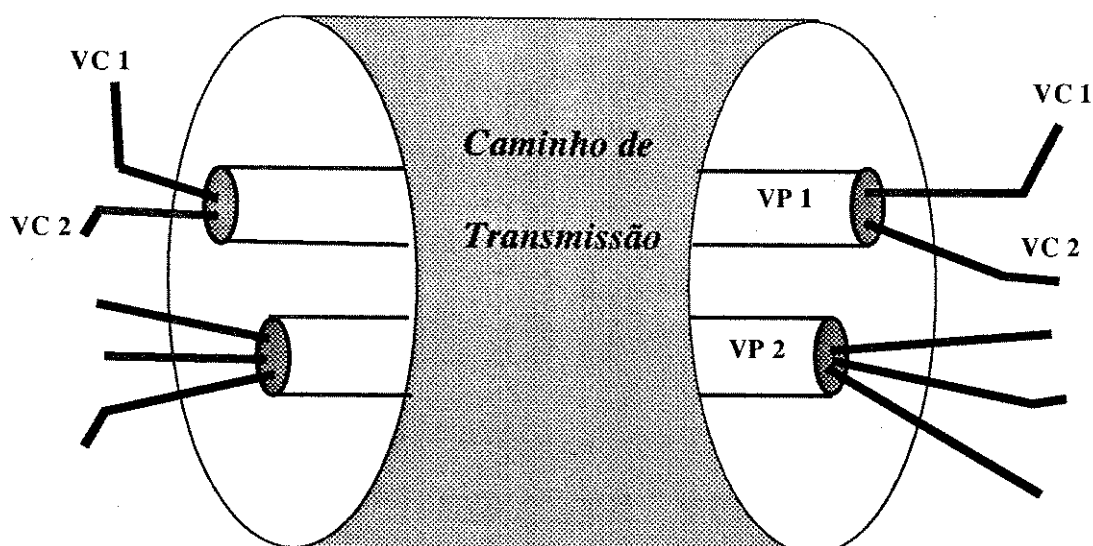


FIGURA 2. Relação entre Caminho de Transmissão, Caminho Virtual (VP) e Canal Virtual (VC)

2.1.3 Componentes da Rede de Transporte ATM

Na Figura 3, uma conexão em um nível específico provê serviços para um enlace no nível hierárquico mais alto, caracterizando os componentes de serviço, descritos a seguir:

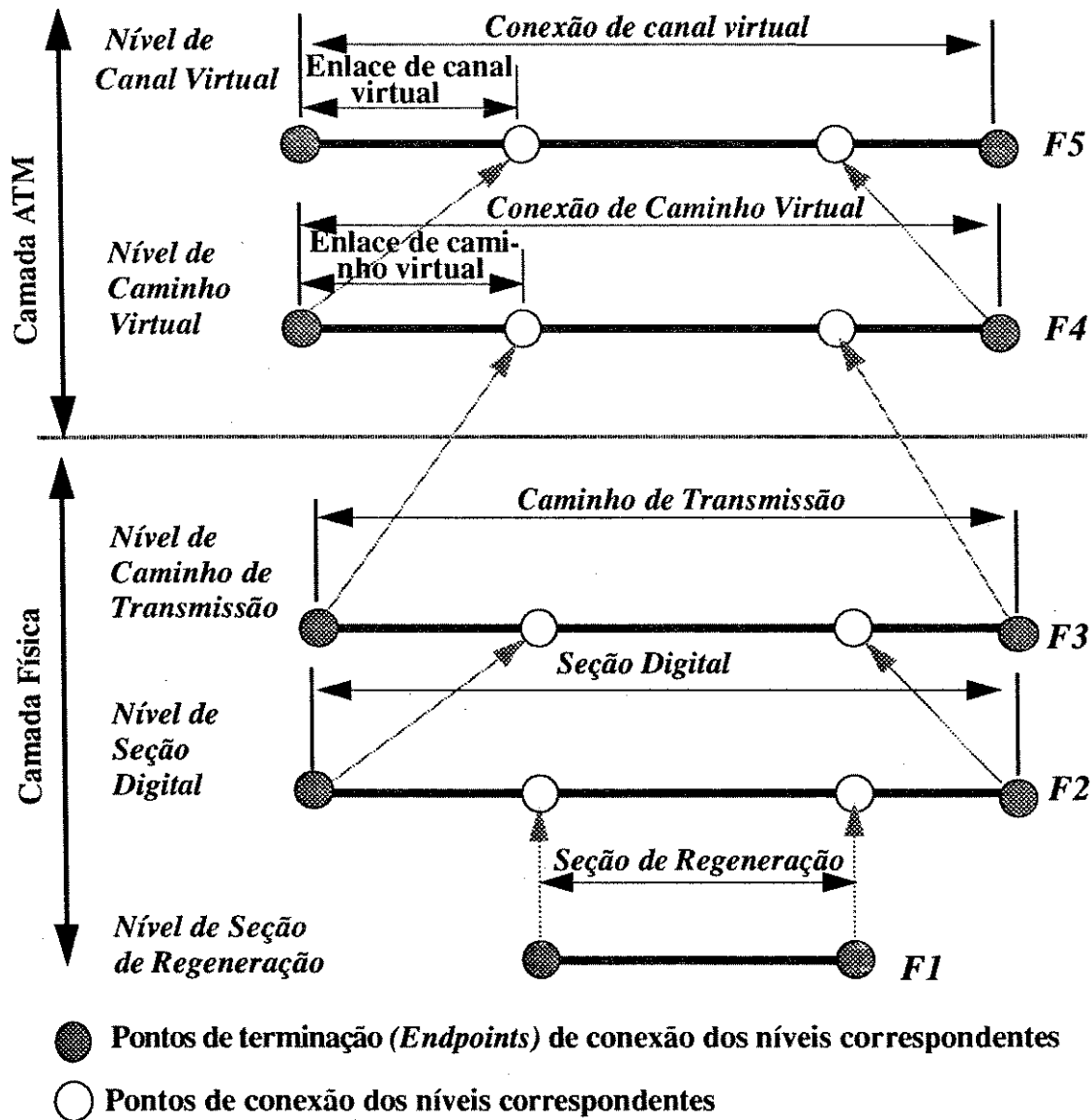


FIGURA 3. Relacionamento Hierárquico Nível a Nível

a. Ponto de Terminação (Endpoint) de Conexão¹:

O Ponto de Terminação de Conexão provê a função de terminação de uma conexão. Está localizado nos limites (por exemplo, entre o níveis de VC e VP), onde um “cliente” é servido.

b. Ponto de Conexão:

O ponto de conexão está dentro de uma conexão, onde dois enlaces adjacentes se encontram. Está localizado em um nível onde a informação é roteada de forma transparente. Provê a função de conexão.

c. Conexão:

Provê a capacidade de transferir informação entre dois pontos de terminação de conexão. É representado pela associação entre pontos de terminação de conexão unidos com informação adicional que garante a integridade da transferência de informação.

d. Enlace:

Provê a capacidade de transferência de informação de forma transparente. Um enlace representa a associação entre pontos de conexão contíguos ou entre um ponto de terminação de conexão e seu ponto de conexão contíguo.

2.1.4 Camada ATM

Cada célula ATM contém um rótulo no cabeçalho como identificador do canal virtual (VC) ao qual a célula pertence. Este rótulo está dividido em 2 partes: um Identificador do Canal Virtual (VCI - Virtual Channel Identifier) e um Identificador do Caminho Virtual (VPI - Virtual Path Identifier).

1. Podemos aqui traduzir *Endpoint* como Ponto Extremo de conexão, mas resolvemos utilizar Ponto de Terminação por facilidade de associação com as funções executadas.

2.1.4.1 Nível de Canal Virtual

Um Canal Virtual (VC) é o termo genérico usado para descrever uma capacidade unidirecional de comunicação para o transporte de células ATM [16].

Um VCI identifica um enlace VC particular para uma dada Conexão de Caminho Virtual (VPC). Um valor específico de VCI é designado cada vez que um VC é comutado na rede. Assim, um enlace VC é a capacidade unidirecional de transporte de células ATM entre 2 entidades consecutivas onde o valor do VCI é trasladado. Um enlace VC é originado ou terminado pela associação ou remoção de valores de VCI.

Funções de roteamento de canais virtuais são executadas em comutadores ou cross-connect de VC (ver item 3.4). Este roteamento envolve um mapeamento dos valores de VCI dos enlaces VC de entrada nos valores de VCI dos enlaces VC de saída.

Enlaces de canal virtual são concatenados para formar uma Conexão de Canal Virtual (VCC). Uma VCC se estende entre 2 Pontos de Terminação de Conexão de VCC ou, no caso de arranjos ponto-multiponto, mais de 2 Pontos de Terminação de Conexão de VCC. Um ponto de terminação de conexão de VCC é o ponto onde o campo de informação de uma célula é entregue pela Camada ATM ao usuário do serviço da Camada ATM.

Ao nível de VC, as VCC são responsáveis pela transferência de informação entre usuário-usuário, usuário-rede ou rede-rede. A integridade do sequenciamento de células é preservada pela Camada ATM para as células pertencentes à mesma VCC.

2.1.4.2 Nível de Caminho Virtual

Um Caminho Virtual (VP) é o termo genérico usado para um feixe de enlaces de canais virtuais; todos os enlaces VC dentro de um feixe tem os mesmos pontos de terminação de conexão [16].

Um VPI identifica um grupo de enlaces VC, num dado ponto de referência, que compartilham a mesma VPC. Um valor específico de VPI é designado cada vez que um VP é comutado na rede. Assim, um enlace VP é a capacidade unidirecional de transporte de células ATM entre 2 entidades consecutivas onde o valor do VPI é transladado. Um enlace VP é originado ou terminado pela associação ou remoção de valores de VPI.

Funções de roteamento para VP são executadas em comutadores ou cross-connect de VP (ver item 3.4). Este roteamento envolve um mapeamento dos valores de VPI dos enlaces VP de entrada nos valores de VPI dos enlaces VP de saída.

Enlaces VP são concatenados para formar uma Conexão de Caminho Virtual (VPC). Uma VPC se estende entre 2 pontos de terminação de conexão de VPC ou, no caso de arranjos ponto-multiponto, mais de 2 pontos de terminação de conexão de VPC. Um ponto de terminação de conexão de VPC é o ponto onde VCIs são originados, terminados ou transladados.

Ao nível de VP, VPC são responsáveis pela transferência de informação entre usuário-usuário, usuário-rede ou rede-rede.

Quando VCs são comutados, a VPC que suporta o enlace VC de entrada deve ser terminada primeiro e uma nova VPC de saída deve ser criada. A integridade do sequenciamento de células é preservada, como definido anteriormente, pela Camada ATM para as células pertencentes à mesma VPC.

A Figura 4 contém a representação da hierarquia de comutação para VP e VC. Os valores de VPI são modificados nos blocos de comutação para VPs e os valores de VCI são modificados nos blocos de comutação para VCs.

2.1.5 Camada Física

Não nos ateremos às especificações da Camada Física, considerando o meio físico de transporte dependente de uma dada implementação, seja SDH, PDH ou ATM. Consideraremos apenas a existência de uma comunicação a nível de gerenciamento para diagnóstico e decisões em caso de falhas e alterações de configuração no equipamento e/ou rede. Descreveremos apenas o essencial para a compreensão do funcionamento da Camada ATM. Maiores detalhes podem ser obtidos em [1], [2], [3], [4], [5], [8] e [28].

2.1.5.1 Nível de Caminho de Transmissão

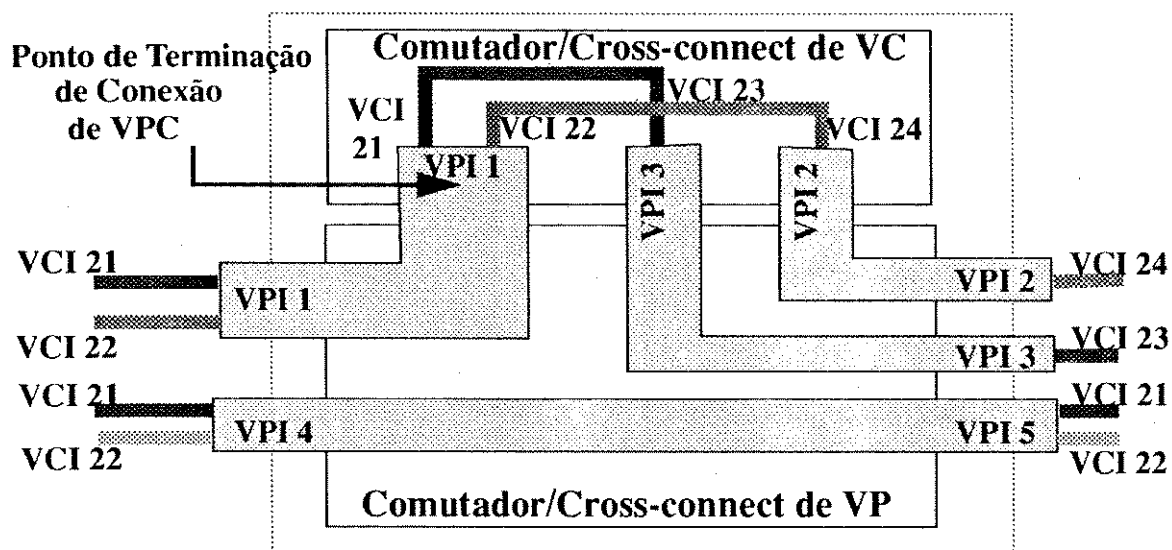
O Caminho de Transmissão se estende entre elementos de rede que montam e desmontam a carga útil (*payload*) do sistema de transmissão. As funções de delimitação de células e de controle de erro de cabeçalho são necessárias nos pontos de terminação de conexão de cada caminho de transmissão.

2.1.5.2 Nível de Seção Digital

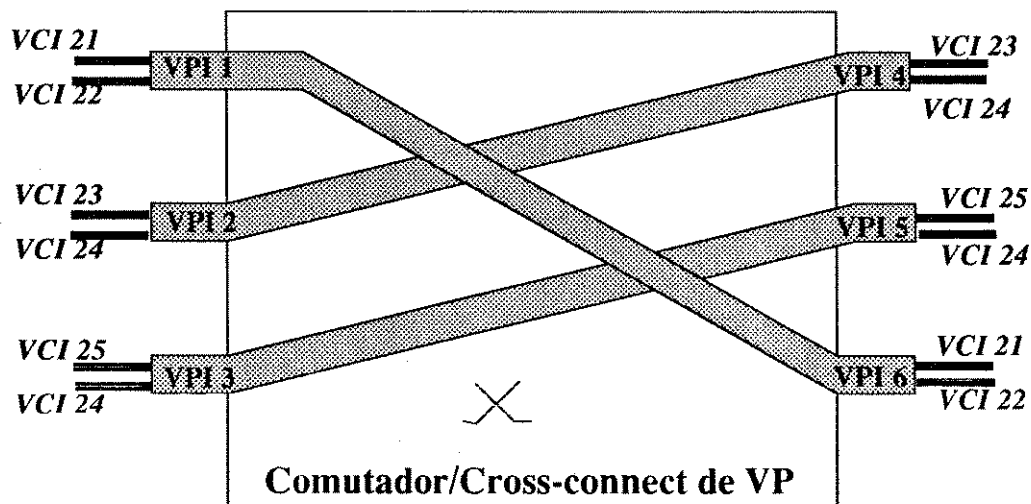
A Seção Digital se estende entre elementos de rede que montam e desmontam quadros de seqüências de bits ou bytes.

2.1.5.3 Nível de Seção de Regeneração

É uma porção da Seção Digital, encarregada de simples regeneração e retransmissão de bits.



a. Representação de um Comutador de VC e VP



b. Representação de um Comutador de VP

FIGURA 4. Representação da Hierarquia de Comutação para VP e VC.

2.2 Modelo de Referência para o Protocolo B-ISDN e suas Aplicações

A Figura 5 mostra o modelo de referência de protocolo para B-ISDN. É composto de um Plano de Usuário, um Plano de Controle e um Plano de Gerência [18].

Acima da Camada Física, a Camada ATM provê a transferência de informação para todos os serviços e a Camada de Adaptação ATM (AAL - *ATM Adaptation Layer*) - provê as funções de serviço dependentes das camadas superiores de protocolo ([22] e [23]). O Plano de Usuário, com a sua estrutura em camadas, provê para a transferência de informações do usuário os controles associados (por exemplo controle de fluxo e recuperação de erros).

As camadas superiores a AAL, no Plano de Controle, provêm o controle das chamadas e o controle das conexões. O Plano de Gerência provê as funções de supervisão de rede.

2.2.1 Plano de Gerência

O Plano de Gerência possui dois tipos principais de funções, denominadas funções de Gerência de Camadas e funções de Gerência de Planos.

2.2.1.1 Funções de Gerência de Planos

A Gerência de Planos executa as funções relacionadas com o sistema como um todo e provê a coordenação entre todos os planos. A Gerência de Planos não é estruturada em camadas, mas provê integração entre elas a nível gerencial.

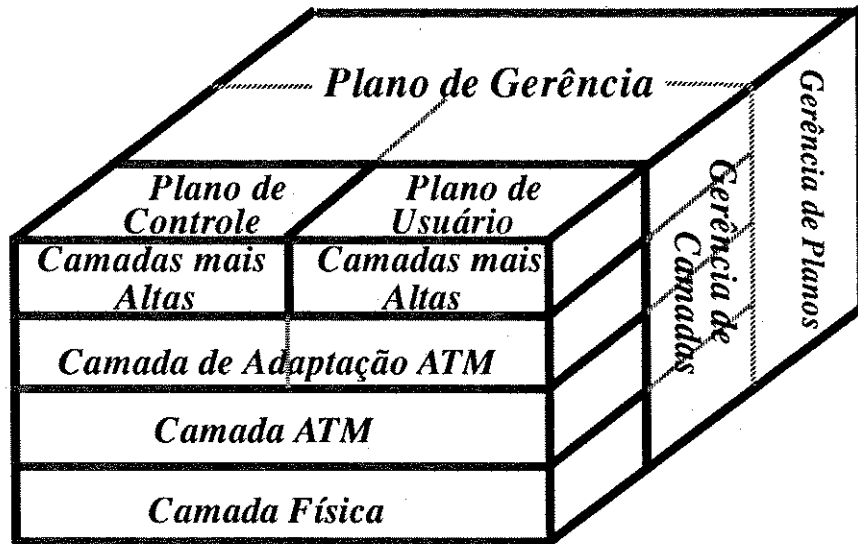


FIGURA 5. Modelo de Referência de Protocolo para B-ISDN

2.2.1.2 Funções de Gerência de Camadas

A Gerência de Camadas executa as funções relacionadas com os recursos e parâmetros residentes na camada, nas suas entidades de protocolos. A Gerência de Camadas também trata os fluxos de informação de Operação, Administração e Manutenção (OAM) específicos de cada camada.

2.3 Princípios de Operação e Manutenção da B-ISDN

2.3.1 Princípios Básicos

Para a especificação de OAM devem ser consideradas para análise as seguintes funções:

- a. Monitoração de Desempenho:** processa as informações de usuário para produzir dados específicos sobre estas informações. Estes dados são adicionados às informações de usuário na origem de uma conexão/enlace e extraídos em um outro ponto de conexão/enlace. A análise destes dados no ponto de extração garante uma estimativa da integridade do transporte;
- b. Detecção de defeitos e falhas:** defeitos/falhas que afetem o transporte de informações de usuário são detectados por verificação contínua ou periódica. Como resultado, serão emitidos vários alarmes ou informações de eventos de manutenção;
- c. Proteção do sistema:** o efeito de um defeito no transporte de informações de usuário é minimizado pelo bloqueio da entidade ou comutação para outras entidades. Como um dos resultados, a entidade que falhou é excluída da operação;
- d. Informações de falhas ou desempenho:** informações de falhas e desempenho são dadas para outras entidades. Assim, indicações de alarmes são enviadas para outras Gerências de Plano. Respostas a pedidos de estado e desempenho dos recursos locais também podem ser enviadas;
- e. Localização da falha:** determinação através de testes de sistemas, internos ou externos a entidade que falhou, se as informações da falha não forem suficientes.

2.3.2 Fluxos e Níveis de OAM

As funções de OAM na rede são executadas através de 5 níveis hierárquicos, associados às camadas ATM e Física do modelo de referência. As funções resultam em correspondentes fluxos de informações bidirecionais F1, F2, F3, F4 e F5 referenciados como fluxos OAM (Figura 3). Nem todos estes fluxos precisam estar presentes. As funções de OAM de um nível inexistente serão executadas pelo nível mais alto. Os níveis são os seguintes:

- Nível de Canal Virtual
- Nível de Caminho Virtual
- Nível de Caminho de Transmissão
- Nível de Seção
- Nível de Seção de Regeneração

2.3.3 Mecanismos para Prover os Fluxos de OAM

2.3.3.1 Mecanismos da Camada Física

A Camada Física contém os 3 níveis hierárquicos mais baixos, segundo a Figura 1. A alocação dos fluxos de OAM é a seguinte:

- F1: nível de Seção de Regeneração;
- F2: nível de Seção Digital;
- F3: nível de Caminho de Transmissão.

Os mecanismos para prover funções de OAM e para gerar os fluxos de OAM F1, F2 e F3 dependerão do mecanismo de transporte do sistema de transmissão bem como das funções de supervisão contidas nas funções de terminação da Camada Física dos equipamentos.

Três tipos de transmissão podem ser analisados para o acesso do usuário, embora, como já mencionado anteriormente, não seja objeto deste contexto um aprofundamento no assunto:

- a. **Sistema de transmissão baseado em SDH:** (recomendações G.707 até G.709, G.782, G.783, [3], [4], [5], [6], [7]) os fluxos F1 e F2 são carregados em bytes na Carga de Supervisão de Seção (*Section Overhead* - SOH), o fluxo F3 é carregado na Carga de Supervisão de Rota (*Path Overhead* - POH) do quadro transmitido;
- b. **Sistema de transmissão baseado em células:** (recomendação I.432, [28]) os fluxos de OAM F1 e F3 são carregados em células de manutenção da Camada Física, usando um padrão específico no cabeçalho para os fluxos F1 e F3. O fluxo F2 não está disponível, mas as funções associadas são suportadas pelo fluxo F3. Estas células não são passadas para a Camada ATM. A ocorrência de células de OAM da Camada Física é determinada pelas necessidades das funções de OAM suportadas;
- c. **Sistema de transmissão baseado em PDH:** (recomendações G.702, G.703, G.804 e G.832, [1], [2], [8] e [9]) significados especiais para a monitoração do desempenho da seção (por exemplo, violação do código CRC), são especificados para estes sistemas. A capacidade de transportar outras informações de OAM que não sejam orientadas a mensagens é bastante limitada.

2.3.3.2 Mecanismos da Camada ATM

A Camada ATM contém os 2 níveis mais altos, segundo a Figura 3. A alocação dos fluxos de OAM é a seguinte:

- F4: nível de caminho virtual;
- F5: nível de canal virtual.

Estes fluxos são providos por células dedicadas às funções de OAM da Camada ATM, tanto para Conexão de Canal Virtual (VCC) como para Conexão

de Caminho Virtual (VPC). Estas células também são usadas para a comunicação dentro das mesmas camadas no Plano de Gerência.

- a. Mecanismos do fluxo F4:** o fluxo F4 é bidirecional. Células de OAM para o fluxo F4 tem o mesmo valor de VPI das células de usuário da VPC e são identificadas por um ou mais valores pré-definidos de VCI, conforme a Tabela 7. O mesmo valor pré-definido de VCI deve ser usado para as duas direções; as células devendo seguir pela mesma rota física, de tal forma que qualquer ponto de conexão suportando aquela conexão pode correlacionar as informações de desempenho e falha de ambas as direções.

TABELA 1. "Célula de Usuário" no Nível F4

VCI	Interpretação	Categoria
0	Célula não assinalada (VPI=0)	Célula não de usuário
0	Não usada (VPI>0)	Célula não de usuário
1	Célula de Meta-sinalização (UNI)	Célula de usuário
2	Célula de Sinalização de "Broadcast" geral (UNI)	Célula de usuário
3	Célula de fluxo F4 de segmento	Célula não de usuário
4	Célula de fluxo F4 de extremo-a-extremo	Célula não de usuário
5	Célula de sinalização extremo-a-extremo	Célula de usuário
6	Célula de gerenciamento de recursos	Célula não de usuário
7-15	Reservado para futuras funções padronizadas	Célula não de usuário
16-31	Reservado para futuras funções padronizadas	Célula de usuário
VCI>31	Disponível para transmissão de dados de usuário	Célula de usuário

- b. Mecanismos do fluxo F5:** o fluxo F5 deve ser bidirecional. Células de OAM para o fluxo F5 tem o mesmo valor de VCI/VPI das células de usuário da VCC e são identificadas pelo Identificador de Carga Útil

(*Payload Type Identifier* - PTI), conforme a Tabela 7. O mesmo valor de PTI deve ser usado para as duas direções; as células devem seguir pela mesma rota física, de tal forma que qualquer ponto de conexão suportando aquela conexão possa correlacionar as informações de desempenho e falha de ambas as direções.

Para fins de manutenção, os mecanismos de fluxo F4 e F5 podem ser divididos em 2 tipos:

- a. **Fluxo extremo-a-extremo**¹(*end-to-end*): usado para operações de informação de comunicação extremo-a-extremo;
- b. **Fluxo de segmento**: usado para operações de informação de comunicação sob o controle de uma Administração ou Organização (podendo ser estendido entre administrações, dependendo de acordo entre as partes).

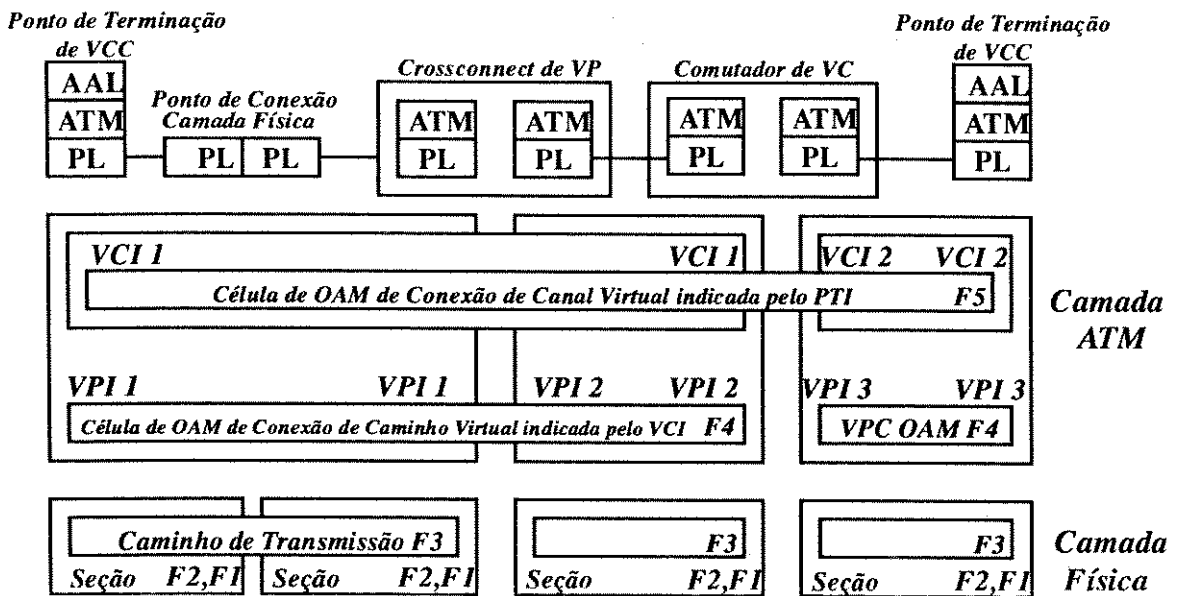
A Administração/Organização que controla a inserção de células de OAM para operação e manutenção de segmentos deve garantir que as células de OAM sejam extraídas antes que deixem o espaço de controle desta Administração/Organização. Os pontos intermediários por onde passam as células de OAM (Pontos de Conexão - *Connection Point (CP)*), podem monitorá-las e inserir novas células, porém, não podem terminar o fluxo de OAM, exceção feita para execução de *loopbacks* nestes pontos.

Um ponto origem de um segmento de VCC atuando na direção do fluxo (*downstream*) pode descartar células de OAM de segmento de VCC inesperadas vindas do outro lado do fluxo (*upstream*) da conexão.

1. O mesmo que **fim-a-fim**, como denotam alguns autores.

2.3.3.3 Associação dos Mecanismos de OAM com as Funções de Transporte

De acordo com a recomendação I.311 [16], a Figura 6 fornece um exemplo de uma Conexão de Canal Virtual (VCC) suportada por todos os níveis mais baixos de rede, destacando os mecanismos de OAM associados. Os níveis de Seção Digital e de Regeneração foram combinados no termo "Seção".



PL= Physical Layer

Seção= combinação das seções Digital e Regeneração

FIGURA 6. Associação dos Mecanismos de OAM com as Funções de Transporte

2.3.4 Funções de OAM da Camada Física

Dois tipos de funções de OAM são distinguidos:

- funções de OAM suportadas somente pelos fluxos F1, F2 e F3
 - dedicadas a detecção e indicação de estado de indisponibilidade
 - requerem transporte de informação de falha em “tempo real” através dos pontos de terminação de conexão afetados, para a proteção do sistema
- funções de OAM em relação a gerência do sistema:
 - dedicadas a monitoração e relatório de desempenho, ou para a localização de falhas no equipamento
 - podem ser suportadas pelos fluxos F1 a F3 ou por outros mecanismos, por exemplo, TMN, via interfaces Q.

2.3.4.1 Funções de OAM Suportadas Somente pelos Fluxos F1 a F3

A Tabela 2 fornece uma visão geral das funções de OAM e os fluxos relacionados de OAM, entre os equipamentos terminais de rede descritos na Figura 16, Capítulo 3. Também lista as diferentes falhas a serem detectadas, juntamente com as indicações de defeitos da Camada Física baseada em SDH, e a Tabela 3 ilustra os mesmos aspectos para a Camada Física baseada em células.

Nestas tabelas, usamos a seguinte notação:

- LOS = Perda de Sinal (*Loss of Signal*)
- LCD = Perda do Delineamento de Célula (*Loss of Cell Delineation*)
- LOF = Perda de Quadro (*Loss of Frame*)
- TPT = Terminação de Caminho de Transmissão (*Transmission Path Termination*)
- RDI = Indicação de Defeito Remoto (*Remote Defect Indication*)
- LOM = Perda de Reconhecimento de Célula de OAM da Camada Física (*Loss of PLOAM Cell Recognition*).

TABELA 2. Funções de OAM para a Camada Física baseada em SDH
(para seção entre B-NT2 e B-NT1)

Nível	Função	Detecção de Defeitos	Informações de manutenção transmitidas no fluxo		
			F2 na seção entre B-NT2 e B-NT1	seção entre B-NT1 e LT (nota 2)	F3 entre B-NT2 e TPT
Interface Física/ Seção de Regeneração	Sinal de detecção de alinhamento de quadro	LOS ou LOF dentro B-NT1 (da B-NT2) LOS ou LOF dentro B-NT2 (da B-NT1)	MS-RDI na direção do B-NT2 (nota 3) MS-RDI na direção do B-NT1 (nota 3)	(nota 1)	Defeito de Path-AIS na direção do TPT (gerado pelo B-NT1) Path-RDI na direção do TPT (gerado pelo B-NT2)
Seção Multiplex (MS)	Monitoração de erro de seção (B2)	Monit. erros inaceitáveis verificados no B-NT1 Monit. erros inaceitáveis verificados no B-NT2	MS-RDI na direção do B-NT2 (notas 3,4) MS-RDI na direção do B-NT1 (notas 3,4)	(nota 1)	Defeito de Path-AIS na direção do TPT (gerado pelo B-NT1) (nota 4) -----
Adaptação Seção Multiplex	Operação de ponteiro AU	Perda do ponteiro AU ou defeito no Path-AIS no B-NT2			Path-RDI na direção do TPT
Adaptação Caminho de Transmissão	Ajuste da taxa de células	Defeito na inserção/ supressão de células vazias no BNT2		(nota 1)	(nota 5)
	Delineamento de célula	Defeito LCD no B-NT2			Path - RDI

Notas:

1. a capacidade para reportar informação de manutenção do ponto de referência TB para a interface Q deve ser acomodada pela especificação do equipamento de transmissão
2. de acordo com a recomendação de OAM do sistema de transmissão
3. de acordo com as recomendações da SDH em termos da seção de multiplexação (MS) em uso
4. pode ser desabilitada
5. não gera indicação de defeito

TABELA 3. Funções de OAM para a Camada Física Baseada em Células (para a seção entre B-NT2 e B-NT1)

Nível	Função	Detecção de Defeitos	Informações de manutenção transmitidas no fluxo		
			F1 na seção entre B-NT2 e B-NT1	seção entre B-NT1 e LT (nota 2)	F3 entre B-NT2 e TPT
Interface Física/ Seção de Regeneração	Sinal de detecção de reconhecimento de célula PLOAM	LOS ou F1-LOM dentro B-NT1 (da B-NT2)	RDI de Seção na direção do B-NT2	(nota 1)	Defeito de Path-AIS na direção do TPT (gerado pelo B-NT1) (nota 3)
		LOS ou F1-LOM dentro B-NT2 (da B-NT1)	RDI de Seção na direção do B-NT1		Path-RDI na direção do TPT (gerado pelo B-NT2)
		Erros não aceitáveis de desempenho verificados no B-NT1	RDI de seção na direção do B-NT2		Defeito Path-AIS na direção do TPT (gerado pelo B-NT1)
		Erros não aceitáveis de desempenho verificados no B-NT2	RDI de seção na direção do B-NT1		---
Caminho de Transmissão	Ajuste da taxa de células	Defeito na inserção/ supressão de células vazias no BNT2		(nota 1)	(nota 4)
	Reconhecimento de célula PLOAM	F3-LOM no B-NT2			Path - RDI
	Delineamento de células	Defeito LCD no B-NT2			Path - RDI

- Notas:
1. a capacidade para reportar informação de manutenção do ponto de referência T_B para a interface Q deve ser acomodada pela especificação do equipamento de transmissão.
 2. de acordo com a recomendação de OAM do sistema de transmissão
 3. o B-NT1, como um ponto de conexão pode inserir um *Path-AIS* no nível 3
 4. não gera indicação de defeito

2.3.5 Funções de OAM da Camada ATM

Funções adicionais para teste, localização de falhas e medidas de desempenho estão ainda sendo estudadas (a capacidade de *loopback* é uma das técnicas para prover estas funções). As demais podem ser resumidas pela Tabela 4.

TABELA 4. Funções de OAM da Camada ATM

Função de OAM	Aplicação Principal
AIS	Relatar indicação de defeito para frente no fluxo
RDI	Relatar indicação de defeito para trás no fluxo
Verificação de Continuidade	Monitoração de continuidade
Loopback	Monitoração da continuidade, sob demanda Localização de falhas Pré serviço de verificação de conectividade
Monitoração de Desempenho para Frente	Estimar o desempenho
Relatório de Desempenho para Trás	Relatar as estimativas de desempenho para trás
Ativação/Desativação	Ativar/desativar a Monitoração de Desempenho e a Verificação de Continuidade
Gerenciamento de Sistema	Usado somente pelos sistemas terminais (<i>end-systems</i>)

2.3.5.1 Funções de OAM para VPC (Fluxo F4)

a. Funções de Gerenciamento de Falhas de VP:

- Indicações de defeitos **VP-AIS** e **VP-RDI** (*VP - Alarm Indication Signal* e *VP - Remote Defect Indication*): usadas para identificar e reportar falhas de VPC;
- Verificação de Continuidade de VPC.

b. Funções de Gerenciamento de Desempenho de VP:

- A Monitoração de Desempenho deverá ser feita pela monitoração de células de usuário. Detectará: blocos errados, perda e inserção indevida de células num bloco monitorado e outras funções (por exemplo, atraso de transferência de célula). Exige um protocolo para ativação/desativação desta monitoração, conforme Figura 7, sendo mais detalhado no Capítulo 4.

- **Observação importante:** quando se aloca banda para uma conexão, é necessário alocar banda suficiente para células de OAM na conexão (considerando que as células de OAM compartilham a mesma banda alocada para o usuário). Desta forma, poderá haver uma interferência potencial entre a Monitoração de Desempenho e Verificação de Continuidade e ações que visem garantir a qualidade de serviço contratual (conforme análise de controle de tráfego e qualidade de serviço feita em [25] e [26]).

c. Função de Gerenciamento do Sistema de VP: para controle e manutenção das diversas funções da camada de VP por equipamentos terminais.

2.3.5.2 Funções de OAM para VCC (Fluxo F5)

a. Funções de Gerenciamento de Falhas de VC:

- Indicações de defeitos **VC-AIS** e **VC-RDI** (*VC - Alarm Indication Signal* e *VC - Remote Defect Indication*): usadas para identificar e reportar falhas de VCC;
- Verificação de Continuidade de VCC.

b. Funções de Gerenciamento de Desempenho de VC:

- A Monitoração de Desempenho deverá ser feita pela monitoração de células de usuário. Detectará: blocos errados, perda e inserção indevida de células num bloco monitorado e outras funções (por exemplo, atraso de transferência de célula). Exige um protocolo para ativação/desativação desta monitoração, conforme Figura 7.
- **Observação importante:** quando se aloca banda para uma conexão, é necessário alocar banda suficiente para células de OAM na conexão (considerando que as células de OAM compartilham a mesma banda alocada para o usuário). Desta forma, poderá haver uma interferência potencial entre a Monitoração de Desempenho e ações que visem garantir a qualidade de serviço contratual (conforme análise de controle de tráfego e qualidade de serviço feita em [25] e [26]).

c. Função de Gerenciamento do Sistema de VC: para controle e manutenção das diversas funções da camada de VC por equipamentos terminais.

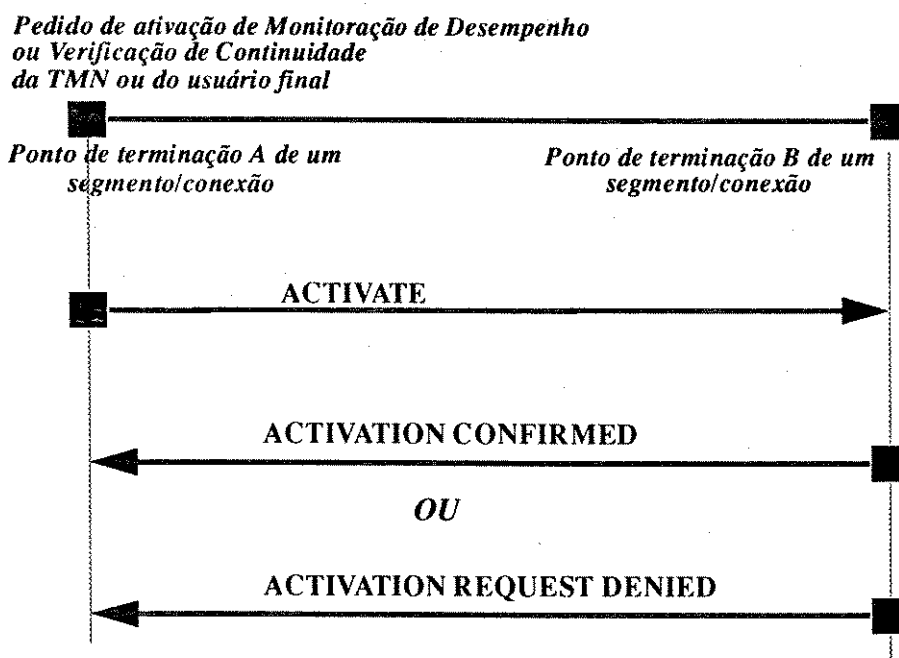


FIGURA 7. Protocolo para Ativação de Monitoração de Desempenho ou Função de Verificação de Continuidade

2.3.6 Facilidade de “Loopback” na Camada ATM

Este serviço oferecido pela rede proverá a facilidade de inserir informações de operação em um ponto ao longo de uma Conexão de Caminho/Canal Virtual e retorná-la (*looped back*) a um ponto diferente, sem a necessidade de se retirar a conexão de serviço.

Esta ação será executada pela inserção de uma célula de OAM de loop-back em um ponto de acesso ao longo da conexão virtual (isto é, em um ponto de terminação de conexão ou em um ponto de conexão qualquer) com instruções no campo da carga útil (*payload*) para que a célula seja reenviada para um ponto identificado. Esta célula retornará (*looped back*) para um ponto de

acesso no fluxo, segundo instruções do Sistema de Operação (Gerenciamento) ou de informações contidas no seu campo de informação.

2.3.6.1 Usos Potenciais:

- Pré-serviço de verificação de conectividade;
- Setorização de falha de VPC/VCC;
- Medidas de atrasos, sob demanda.

2.4 Estrutura e Codificação da Célula ATM

A célula ATM consiste de um cabeçalho de 5 bytes e um campo de informação de 48 bytes (obs: o cabeçalho é enviado primeiro, seguido pelo campo de informação), conforme a Figura 8.

Dois esquemas de codificação são adotados: o formato UNI (*User Network Interface*, para a interface do usuário com a rede) e o formato NNI (*Network Node Interface*, para a interface entre os nós da rede), sendo diferenciados no cabeçalho (ou **preâmbulo de supervisão**)[21], conforme a Figura 9.

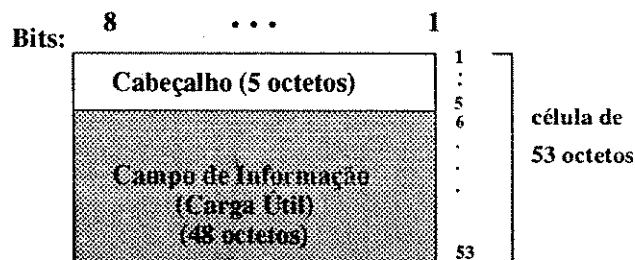
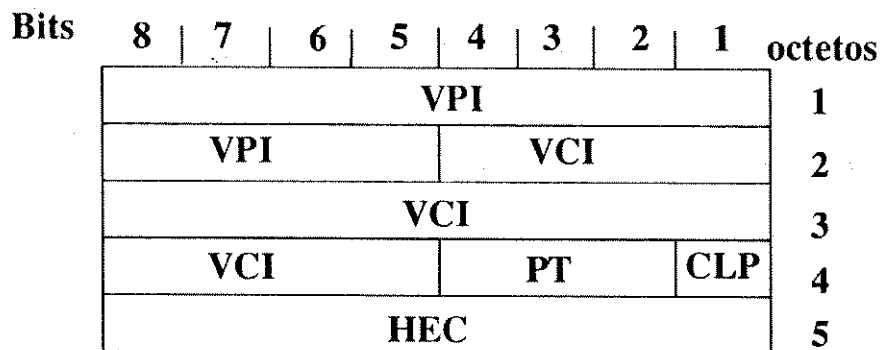
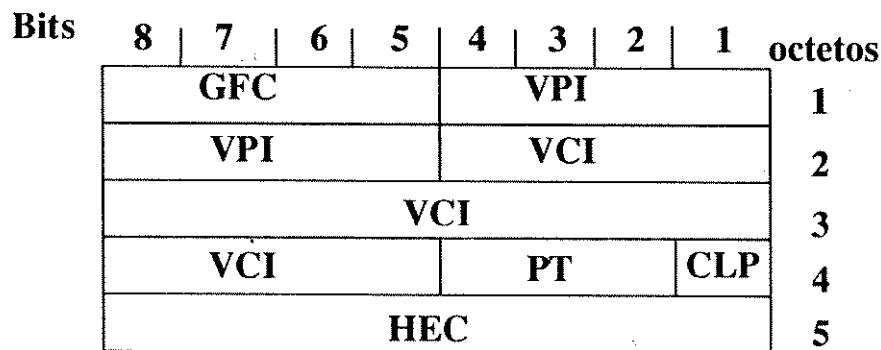


FIGURA 8. Estrutura da Célula ATM



a. Estrutura do Cabeçalho para NNI



b. Estrutura do Cabeçalho para UNI

FIGURA 9. Formato das Células ATM para NNI/UNI

2.4.1 O Cabeçalho da Célula

- **Valores pré-definidos para o cabeçalho da célula são reservados para o uso da Camada Física, para os fluxos F1 e F3:** usados para diferenciar células de uso da Camada ATM de células de uso da Camada Física (estas células não são passadas da Camada Física para a Camada ATM), conforme a Tabela 5.

TABELA 5. Valores Pré-definidos para Células da Camada Física

Célula	octeto 1	octeto 2	octeto 3	octeto 4
Identificação de célula livre (idle cell)	00000000	00000000	00000000	00000001
Célula de OAM da Camada Física (fluxo F3)	00000000	00000000	00000000	00001001
Célula de OAM da Camada Física (fluxo F1)	00000000	00000000	00000000	00000011

- **Campo de Controle de Fluxo Genérico (Generic Flow Control - GFC):** contém 4 bits (exclusivo para a interface UNI), mecanismo usado para o controle do fluxo de tráfego das conexões ATM de várias classes de serviço (relacionadas com a Camada ATM), de acordo com a definição e propostas de soluções encontradas nas referências [12] e [25].
- **Campo de Roteamento (VPI/VCI):** 24 bits disponíveis para UNI e 28 bits para NNI. O valor de VCI=0 não é admitido para identificação de canal virtual, conforme a Tabela 6.

TABELA 6. Combinação de Valores Pré-definidos de VPI,VCI e PTI

USO	VPI	VCI	PTI
Meta-sinalização ([16])	x	1	0x0
Sinalização geral "broadcast"	x	2	0xx
Sinalização ponto-a-ponto	x	5	0xx
Célula de fluxo F4 de OAM de segmento	x	3	0x0
Célula de fluxo F4 de OAM extremo-a-extremo	x	4	0x0
Célula de fluxo F5 de OAM de segmento	x	z	100
Célula de fluxo F5 de OAM extremo-a-extremo	x	z	101
Célula de gerenciamento de recurso ([25])	x	z	110
Célula não assinalada	0	x	0

obs: x= qualquer valor, z=qualquer valor diferente de zero

a. Campo Payload Type (PT): 3 bits para identificação do PT conforme Tabela 7.

TABELA 7. "Célula de Usuário" no Nível F5

PTI	Interpretação	Categoria
000	Célula de dados de usuário, não experimentou congestionamento no trajeto de transmissão	Célula de usuário
001	Célula de dados de usuário, não experimentou congestionamento no trajeto de transmissão	
010	Célula de dados de usuário, experimentou congestionamento no trajeto de transmissão	
011	Célula de dados de usuário, não experimentou congestionamento no trajeto de transmissão	
100	Célula de fluxo F5 de segmento	Célula não de usuário
101	Célula de fluxo F5 de extremo-a-extremo	
110	Célula de gerenciamento de recurso	
111	Reservado para futuras funções padronizada	

- **Campo de Prioridade de Descarte de Célula (Cell Loss Priority (CLP)):** 1 bit. Assegura 2 possibilidades de existência de taxas de perda de células para uma dada conexão. Dependendo das condições da rede, células com $CLP=0+1^1$ estarão sujeitas a serem descartadas prioritariamente com relação as células com $CLP=0$ ([25]).
- **Campo de Controle de Erro de Cabeçalho (Header Error Control (HEC)):** 8 bits, cobrindo todo o cabeçalho da célula. O código usado para esta função tem a capacidade de (conforme [28]):
 - correção de erro simples de bit, ou
 - detecção de erros múltiplos.

É obtido pelo resto da divisão (módulo 2) pelo polinômio gerador $G(x)=x^8 + x^2 + x + 1$ do produto x^8 multiplicado pelo conteúdo do cabeçalho, excluindo-se o campo HEC.

1. Convencionou-se denotar $CLP=0+1$ e não $CLP=1$. Se uma célula com $CLP=0$ (com prioridade mais alta) atravessar uma região na rede com congestionamento poderá ter seu bit de prioridade mudado, passando de 0 para 0+1 indicando esta situação de congestionamento experimentada; células com prioridade baixa ($CLP=0+1$) poderão ser descartadas nesta mesma situação.

2.4.2 Formato da Célula de OAM na Camada ATM

As células de OAM da Camada ATM contêm campos comuns a todas as células de OAM e também campos específicos para cada tipo de célula [30]:

- Bytes do campo de informação não usados são codificados em **0110 1010 (6AH)**;
- bits do campo de informação não usados (bytes incompletos) são codificados em **zero**.

2.4.2.1 Campos Comuns às Células de OAM

Todas as células de OAM tem os seguintes campos comuns (Figura 10):

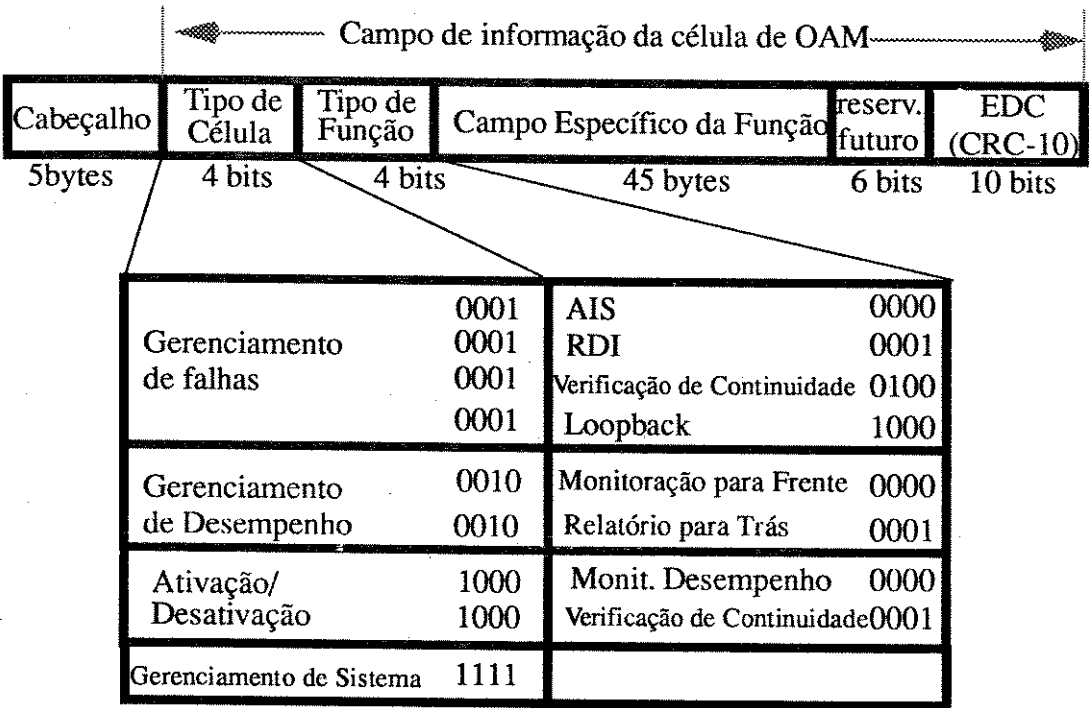


FIGURA 10. Formato Geral de uma Célula de OAM

- a. **Cabeçalho:** cabeçalho comum das células ATM. Para identificação do fluxo F4, 2 valores de VCI pré-definidos são usados para distinguir entre VPC e segmentos de VPC. Para a identificação do fluxo F5, 2 valores de PTI são usados para distinguir células de OAM para VCC e segmentos de VCC, conforme a Tabela 6;
- b. **Tipo de Célula de OAM:** indica o tipo de função de gerenciamento executado pela célula (de falhas, de desempenho ou ativação/desativação);
- c. **Tipo de Função de OAM:** indica a função que realmente é executada pela célula dentro do tipo de gerência definida pelo campo Tipo de Célula de OAM;
- d. **Código de Detecção de Erro (Error Detection Code - EDC):** o polinômio gerador é:

$$G(x) = 1 + x + x^4 + x^5 + x^9 + x^{10}$$

Este campo carrega o código de detecção CRC-10, calculado sobre o campo de informação da célula, excluindo-se o campo EDC.

2.4.2.2 Célula de Gerenciamento de Falhas

- a. Célula de Gerenciamento de Defeitos - AIS/RDI (Figura 11):.

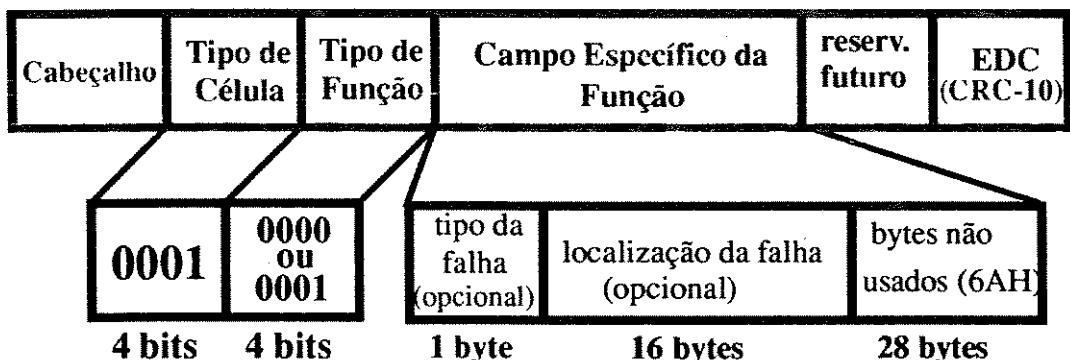


FIGURA 11. Campos Específicos para as Células de Gerenciamento de Defeitos AIS/RDI

- **Tipo da Falha:** como uma opção, este campo pode ser usado para indicar a natureza da falha reportada (ex. falha na Camada Física ou uma falha na Camada ATM). O valor *default* para este campo deve ser 6AH.
 - **Localização da falha:** como uma opção este campo pode ser usado para carregar informação sobre a localização da falha. O valor *default* para este campo deve ser 6AH.
- b. **Célula de Gerenciamento de Falha - Verificação de Continuidade:** não existe ainda campos especificados para este tipo de célula; portanto, deve ser codificado com 6AH.
- c. **Célula de Loopback:** conforme a Figura 12, esta célula é codificada com os seguintes campos:

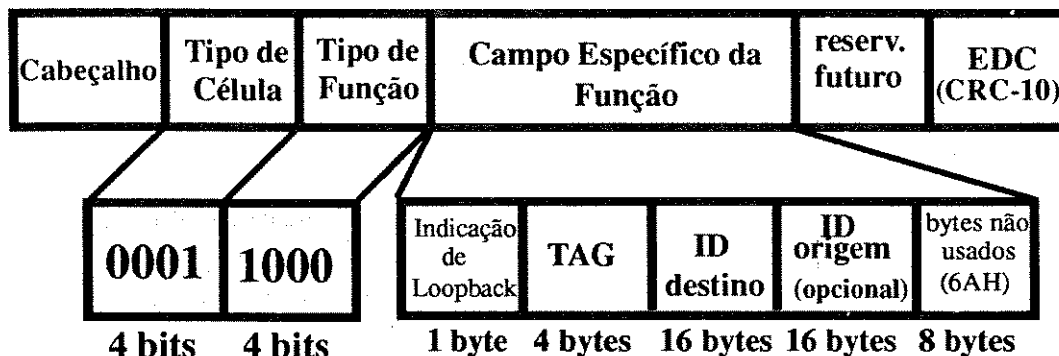


FIGURA 12. Campos Específicos para a Célula de Loopback

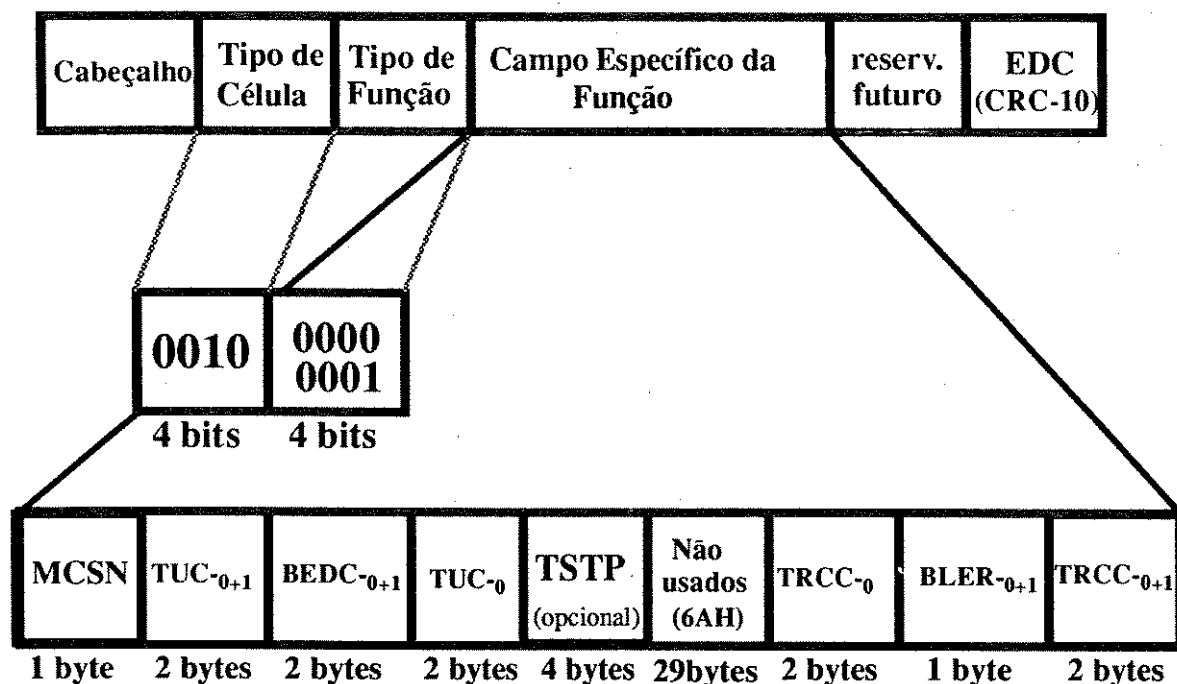
- **Campo de Indicação de Loopback:** o bit menos significativo deste campo é uma Booleana indicando se a célula foi retornada ou não (*looped back*). Este campo confirma que o *loopback* ocorreu na Camada ATM e evita o problema de loop infinito que poderia ocorrer. O ponto de origem codifica este campo como 0000 0001. O ponto destino do *loopback* troca o valor para 0000 0000.
- **Campo de Etiqueta de Correlação (Correlation Tag):** usado para correlacionar as células de OAM transmitidas com as recebidas.

- **Campo de Identificação do Destino (Localização do Loopback):** identifica o ponto de conexão no VC ou segmento de VC, onde o *loopback* deve ocorrer. O valor padrão é todos os bits em 1, representando o ponto de terminação da conexão, ou ponto de terminação de segmento, dependendo do fluxo.
- **Campo de identificação da origem:** identifica a origem da célula de *loopback*. O valor padrão é todos os bits em 1.

2.4.2.3 Células de Gerenciamento de Desempenho

Possuem os seguintes campos específicos (Figura 13):

- Número de Seqüência de Célula de Monitoração (*Monitoring Cell Sequence Number - MCSN*):** indica o valor atual do contador de seqüência de célula de OAM de Monitoração para Frente e Relatório para Trás, módulo 256. São usados contadores independentes quando temos a monitoração ativada nos dois sentidos;
- Número Total de Células de Usuário Relativo ao Fluxo de Células com Prioridade CLP-₀₊₁ (*Total User Cell Number related to the CLP-₀₊₁ user cell flow - TUC-₀₊₁*):** indica o número total de células de usuário (com prioridade CLP=0+1 (ver Item 2.4.1) transmitidas (módulo 65536) antes da célula de monitoração ser inserida. Em caso de células de OAM de Relatório para Trás este campo tem o TUC-₀₊₁ copiado da célula de Monitoração para Frente;
- Número Total de Células de Usuário Relativo ao Fluxo de Células com Prioridade CLP-₀ (*Total User Cell Number related to the CLP-₀ user cell flow - TUC-₀*):** indica o número total de células de usuário (com prioridade CLP=0) transmitidas (módulo 65536) antes da célula de monitoração ser inserida. Em caso de células de OAM de Relatório para Trás este campo tem o TUC-₀ copiado da célula de Monitoração para Frente;
- Código de Detecção de Erros de Bloco Relativo ao Fluxo de Células com Prioridade CLP-₀₊₁ (*Block Error Detection Code related to the CLP-₀₊₁ user cell flow - BEDC-₀₊₁*):** este campo é usado somente para a Moni-



Notas: BEDC-0+1 é somente usada para células de Monitoração para Frente
 TRCC-0, BLER-0+1 e TRCC-0+1 são usados só para células de Relatório para Trás
 MCSN, TUC-0+1, TUC-0, e TSTP são usados para os dois tipos de células PM-OAM

FIGURA 13. Campos Específicos para as Células de Monitoração de Desempenho

toração para Frente. Carrega a paridade ímpar do código de detecção de erro (BIP-16), calculado sobre o campo de informação do bloco de células de usuário (com prioridade CLP=0+1), transmitidas após a última célula de monitoração. Em caso de células de OAM de relatório este campo não é usado (todos os bytes preenchidos com 6AH);

- e. **Carimbo de Tempo (*Time Stamp* - TSTP):** como opção, este campo pode ser usado para representar o tempo no qual a célula de OAM de Monitoração de Desempenho foi inserida. O valor default para este campo deve ser todos os bits em 1 (um), já que 6AH pode ser um valor válido para o carimbo de tempo;
- f. **Resultado do Erro de Bloco (*Block Error Result* - BLER₋₀₊₁):** este campo é usado somente para Relatório para Trás. Carrega o número de bits de paridade errados no código BIP-16 da célula de Monitoração para Frente que chegou. Este número somente é inserido na célula de Relatório para Trás se as 2 condições seguintes forem satisfeitas:
- o número de células de dados de usuário (com prioridade CLP=0+1) entre as 2 últimas células de Monitoração para Frente for igual a diferença entre os TUC destas.
 - os MCSN das duas últimas células de Monitoração de Desempenho usados para a Monitoração para Frente forem sequenciais.
- Em qualquer outro caso, este campo será codificado com todos os bits em "1". Em caso de células de OAM de Monitoração para Frente este campo não é usado (preenchido com 6AH).
- g. **Contador de Total de Células Recebidas Relativo ao Fluxo de Células de Usuário CLP-0+1 (*Total Received Cell Count related to the CLP-0+1 user cell flow* - TRCC₋₀₊₁):** este campo só é usado nas células de OAM de Relatório para Trás. Todas as células de usuário (com prioridade CLP=0+1) são consideradas. Este campo carrega o contador atual, relacionado com o número total (módulo 65536) das células de usuário recebidas (com prioridade CLP=0+1), lido quando a célula de OAM de Monitoração para Frente for recebida.
- No ponto de transmissão (onde as células de OAM de Relatório para Trás são inseridas), a diferença entre 2 valores consecutivos de TRCC₋₀₊₁ transmitidos, representa o número de células de usuário recebidas entre as duas últimas células de OAM de Monitoração para Frente.

- No ponto de recepção (onde as células de OAM de Relatório para Trás são avaliadas), os seguintes cálculos devem ser executados em 2 células de OAM de Relatório para Trás consecutivas:
 - i.) calcular a diferença (módulo 65356) entre 2 campos $TRCC_{-0+1}$ recebidos consecutivamente;
 - ii.) calcular a diferença (módulo 65356) entre 2 campos TUC_{-0+1} recebidos consecutivamente;
 - A diferença entre ii.) - i.) estima o número de células perdidas (resultado positivo), ou o número de células mal inseridas (resultado negativo); um resultado zero pode ser interpretado como não tendo células perdidas/mal inseridas;
- h. **Contador de Total de Células Recebidas Relativo ao Fluxo de Células de Usuário CLP_{-0}** (*Total Received Cell Count related to the CLP_{-0+1} user cell flow - $TRCC_{-0}$*): este campo só é usado nas células de Relatório para Trás. É semelhante ao campo $TRCC_{-0+1}$. Está relacionado com o número total de células de usuário recebidas com o bit $CLP=0$.

2.4.2.4 Célula de Ativação/Desativação

Possuem os seguintes campos específicos (Figura 14):

- a. **Identificação da Mensagem (Message ID)**: identifica a mensagem de ativação/desativação de funções específicas de OAM de VPC/VCC.
- b. **Direção(ções) da ação**: este campo identifica a direção da transmissão para a ativação/desativação da função de OAM. A notação A-B e B-A é usada para diferenciar entre a direção de transmissão originada ou recebida pelo ativador/desativador, respectivamente. O valor deste campo deve ser codificado como **01** para B-A, **10** para A-B, **11** para ambas as direções e **00** quando não aplicável.
- c. **Etiqueta de Correlação (Correlation Tag)**: é gerado para cada mensagem; assim, os nós podem relacionar comandos com respostas.

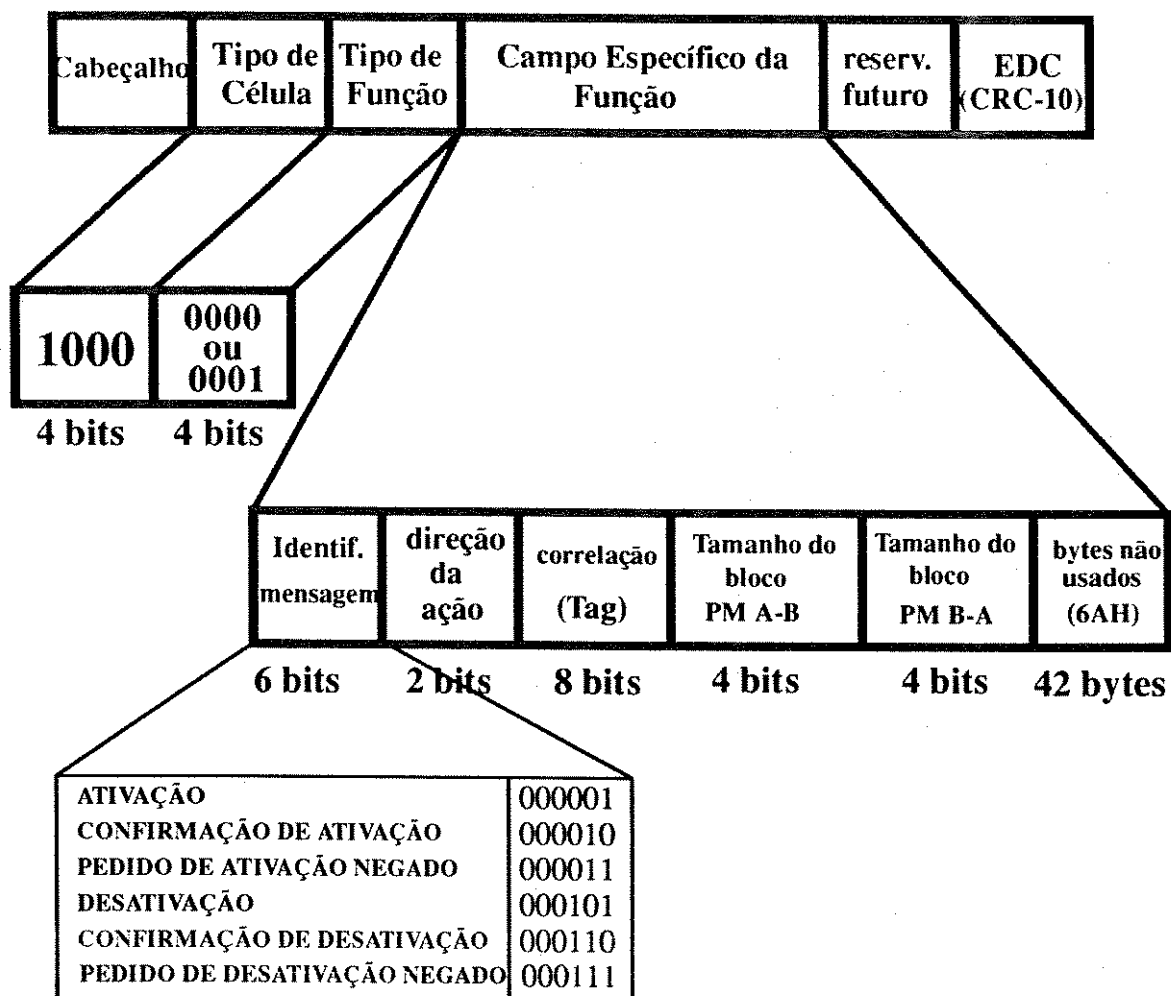


FIGURA 14. Campos Específicos para Células de Ativação/Desativação

- d. **Tamanho de Bloco “Monitoração de Desempenho” no sentido A-B (*PM - Performance Monitoring Block Size(s) A-B*):** este campo especifica o tamanho do bloco de gerenciamento de desempenho ou opções de tamanho de blocos requeridos pelo ativador para a função de Monitoração de Desempenho. Os valores atuais de codificação para este campo estão na Tabela 8. Este valor de campo é usado como parâmetro para as mensagens ATIVAÇÃO e CONFIRMAÇÃO DE ATIVAÇÃO. O valor *default* para este campo é 0000.

TABELA 8. Codificação para o Tamanho do Bloco PM

Tipo de Mensagem	Tamanho do Bloco de Monitoração	Codificação
outras	não usado	0000
ATIVAÇÃO e CONFIRMAÇÃO DE ATIVAÇÃO para a Monitoração de Desempenho	1024	0001
	512	0010
	256	0100
	128	1000

- e. **Tamanho de Bloco PM B-A (*PM Block Size(s) B-A*):** idem anterior, para tamanhos de blocos no sentido B-A.

2.4.2.5 Campos Específicos para o Gerenciamento de Sistema

O uso do Campo Específico da Função é dedicado aos equipamentos que usem estas células para o controle e manutenção de várias funções nas camadas de VP ou VC (não sendo previsto para fluxo de segmento). Este campo, portanto, não será padronizado, estando disponível para uso por esses equipamentos.

Capítulo 3 Caracterização e Interfuncionamento das Redes ATM

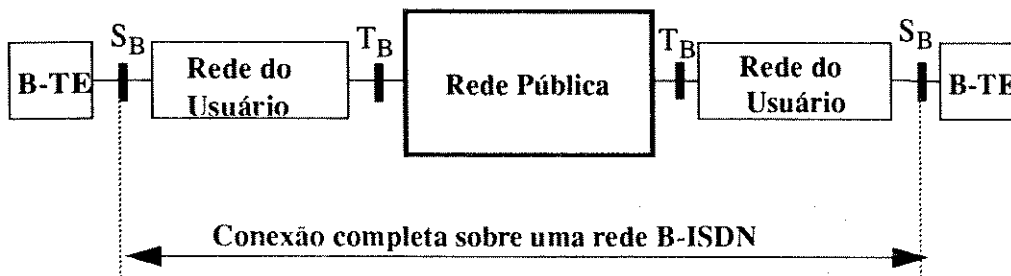
3.1 Arquitetura Funcional de um Elemento de Rede

A arquitetura de uma rede ATM inclui capacitações tanto das camadas mais baixas de protocolo como das mais altas. Estas capacitações suportam os serviços da B-ISDN e de outras redes, através das funções de interfuncionamento da B-ISDN com outras redes.

Considerando uma comunicação em B-ISDN (isto é, uma instância de um serviço de telecomunicações), duas áreas principais estão envolvidas:

- a. o equipamento do usuário (TE - *Terminal Equipment*) e uma possível rede do usuário;
- b. a rede pública B-ISDN.

Definimos assim, os pontos de referência S_B e T_B , conforme as Figuras 15 ([28]) e 16 ([27]).



B-TE = Terminal Faixa Larga

FIGURA 15. Configuração de Referência Completa de uma B-ISDN

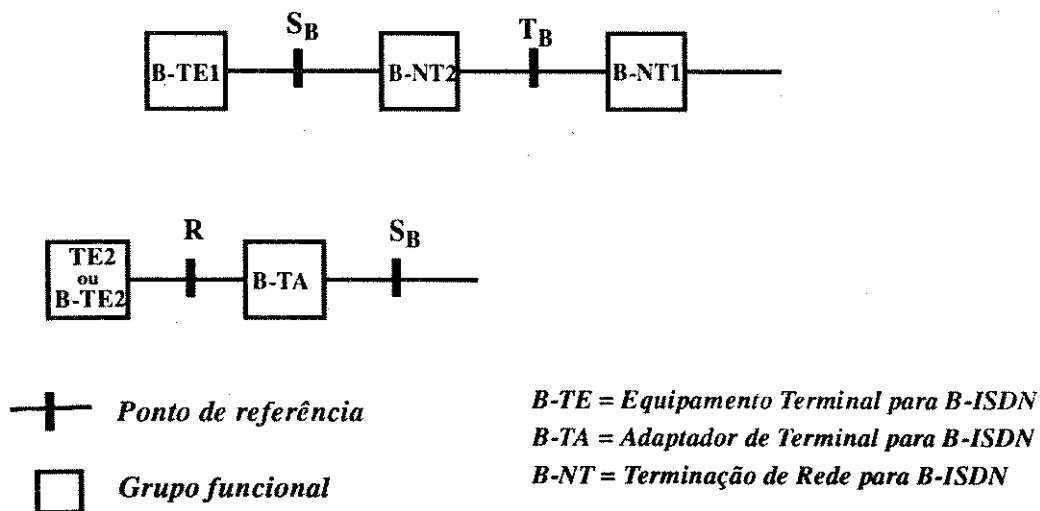


FIGURA 16. Configuração de Referência para B-ISDN

O particionamento das funções dentro de um tipo de conexão B-ISDN usa elementos de conexão, componentes básicos de conexão e pontos de referência, como definidos na recomendação I.324 (Aspectos Gerais e Funções de Redes Faixa Estreita, conforme [19]).

O elemento genérico de conexão para uma rede B-ISDN representa o inter-relacionamento dos blocos funcionais que suportam as conexões B-ISDN e a forma de controle destas conexões. As conexões B-ISDN são mantidas pelos enlaces e blocos de comutação S_{VPI} e S_{VCI} , ver Figura 17. As conexões são controladas pelos blocos de controle C_{VPI} e C_{VCI} . Estes blocos de controle interfaciavam logicamente com o sistema de sinalização usuário-rede, do lado do usuário, e com a rede de sinalização inter-nós. Para o controle de conexões semi-permanentes, os blocos de controle também interfaceiam com as funções de gerenciamento da rede.

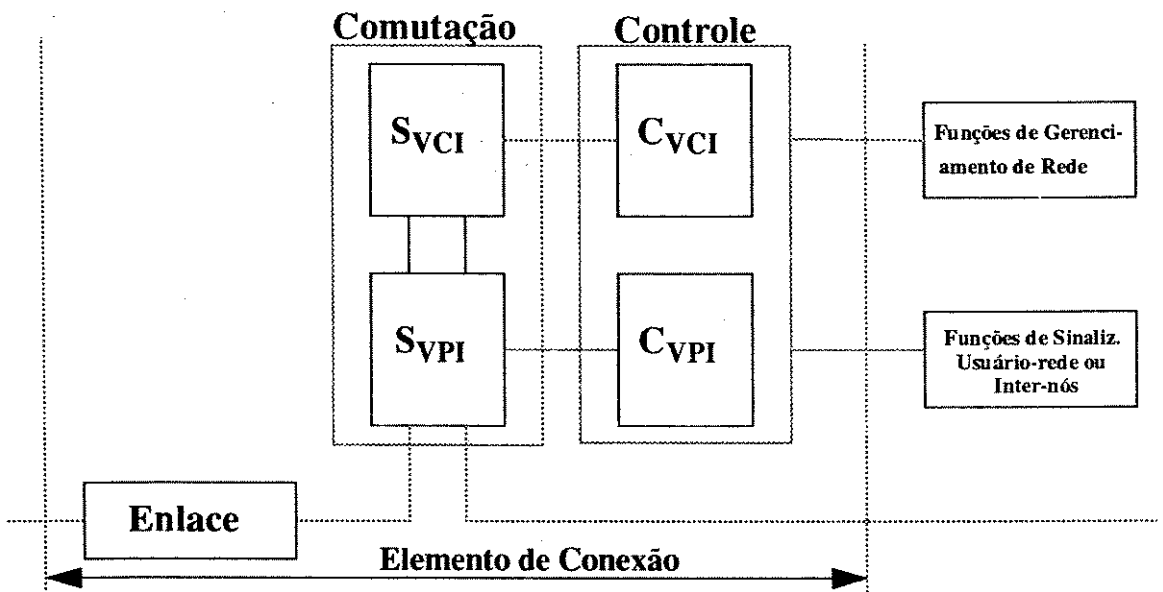


FIGURA 17. Um Elemento Genérico de Conexão de uma B-ISDN

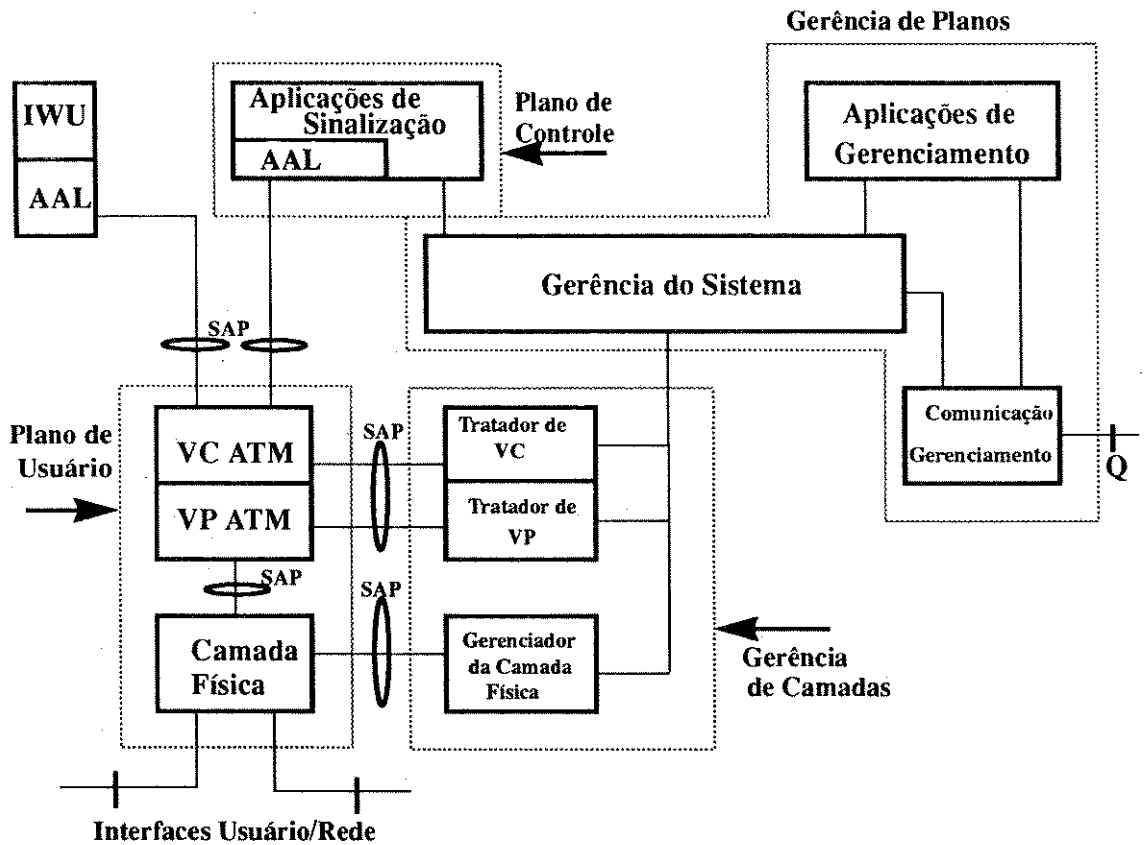
Partindo destes conceitos, a arquitetura funcional de um elemento de rede (NE -*Network Element*) de uma B-ISDN, relacionando-se com o Modelo de Referência de Protocolo (conforme item 2.2 anteriormente descrito), pode ser vista na Figura 18.

As funções de transferência estão relacionadas com o fluxo de informações em uma conexão entre 2 acessos do equipamento: acesso de Usuário e acesso de Rede (incluindo nestas funções de transferência o suporte à sinalização e aos fluxos de OAM).

As funções de gerenciamento tratam de todas as ações que asseguram a operação desta conexão: ativação e desativação de recursos, controle de fluxo, monitoração de qualidade, etc. Estas funções estão divididas em 2 partes: funções de gerenciamento de camadas e funções de gerenciamento do sistema.

As camadas Física e ATM tem cada uma um Ponto de Acesso de Serviço (SAP - *Service Access Point*) que as conecta com a Entidade de Gerenciamento de Camada, conforme exemplo na Figura 19 para a Camada ATM (onde são mostradas as funções já descritas no capítulo anterior, principalmente as relacionadas com os fluxos de OAM). O Gerenciamento do Sistema (na Figura 19, a Gerência de Planos) trata das funções aplicáveis ao elemento de rede como um todo e daquelas funções relativas ao interfuncionamento com as unidades de gerenciamento localizadas fora do elemento de rede. Este interfuncionamento inclui a comunicação com TMN (*Telecommunications Management Network*) através das funções de Gerenciamento de Comunicação, que podem ser baseadas em diversos protocolos, como X25, ATM,....

As aplicações de Sinalização são aquelas funções requeridas para o controle de chamada/conexão sob demanda.



IWU = Interworking Unit (Unidade de Interfuncionamento) com outras redes e serviços
Q = Interface Q para acesso às facilidades TMN
SAP = Ponto de Acesso ao Serviço

FIGURA 18. Arquitetura Completa de um Elemento de Rede ATM ([31])

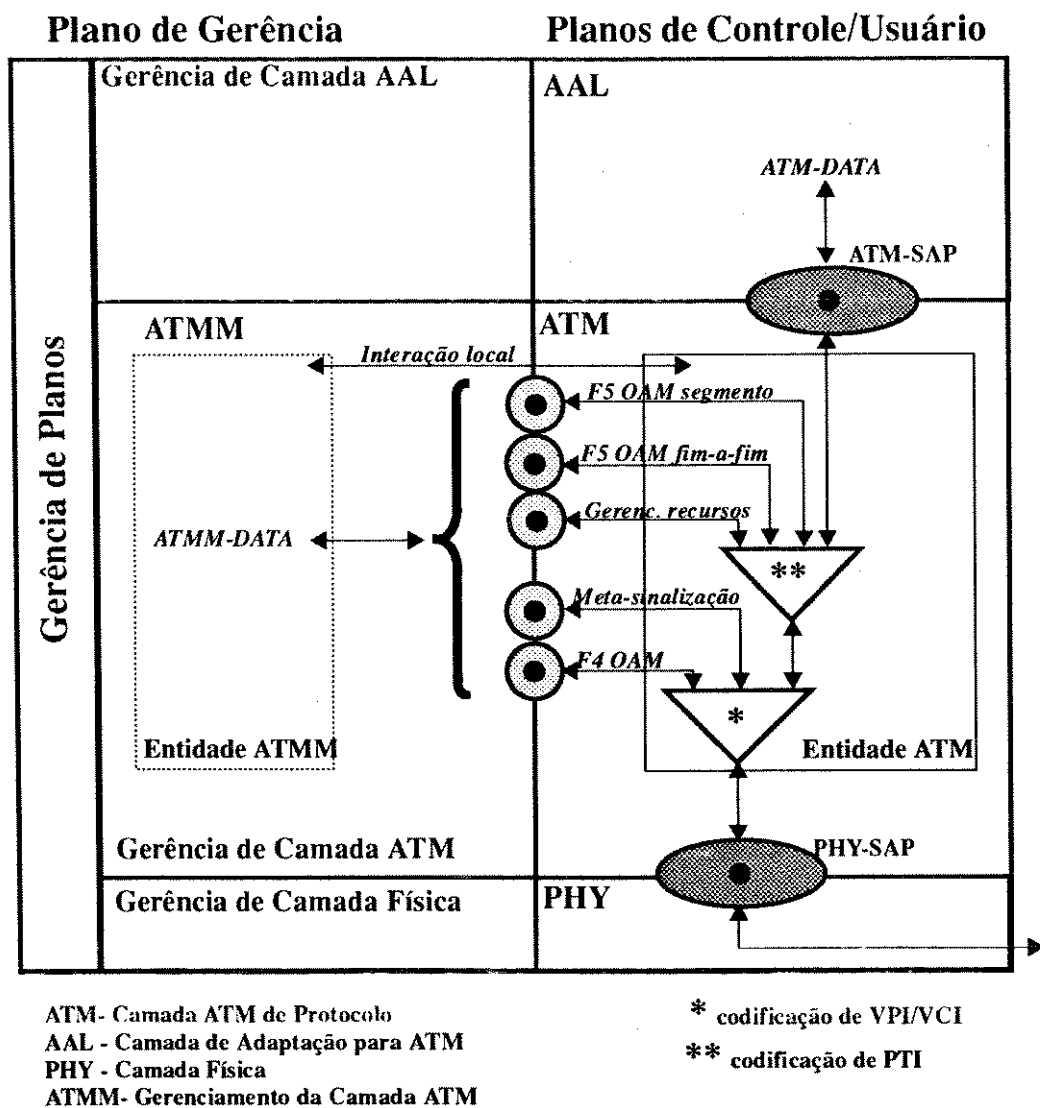


FIGURA 19. Interação entre as Entidades de Protocolo e Gerenciamento na Camada ATM

3.2 Funções de Transferência

Incluem todas as funções necessárias para o transporte de informações de uma interface de entrada externa para uma interface de saída adequada em um equipamento B-ISDN. São divididas em funções processadas pela Camada Física e aquelas processadas pela Camada ATM.

3.2.1 Camada Física

As funções e requisitos associados necessários à Camada Física são, por exemplo, conversão eletro-ópticas, codificação de linha, geração e recuperação de quadros, transmissão de tratamento de “overheads”, etc.

3.2.2 Camada ATM

As funções e requisitos necessários à Camada ATM estão associadas com a multiplexação-demultiplexação e cross-connect ou comutação de células ATM. São divididas em 2 blocos funcionais, tratando Caminho Virtual e Canal Virtual. Cada um destes blocos consiste de 4 entidades:

- a. Entidade de Multiplexação: inclui as funções que são comuns a todos os VPs (ex: tratamento de HEC, demarcação de células, limite da taxa de células, multiplexação-demultiplexação de VPs) ou para todos os VCs (multiplexação-demultiplexação de VCs);
- b. Entidade VP/VC: inclui todas as funções que são executadas por um VP/VC em particular (ex: UPC/NPC de VP/VC (descrito a seguir), tratamento de fluxo de segmento F4/F5); existe uma instância destes blocos por VP/VC;
- c. Entidade de Conexão VP/VC: executa as conexões de enlaces VP/VC entre pontos de terminação de conexão de VP/VC dentro do mesmo Elemento de Rede, de acordo com as conexões ATM estabelecidas;

- d. Entidade de Terminação de Conexão de VP/VC: executa as funções dedicadas às conexões de pontos de terminação de conexão ATM (ex: tratamento de fluxo OAM F4/F5 extremo-a-extremo). Também garante a manutenção da integridade de sequenciamento de células entre pontos de terminação de conexão de uma conexão VP para todas as células deste VP e entre pontos de terminação de conexão de uma conexão VC para todas as células deste VC.

3.3 Funções de Gerenciamento de Camadas

Os blocos funcionais da Gerência de Camadas se correspondem com os blocos de transferência através de seus respectivos SAPs (conforme exemplo na Figura 19). Informações de gerenciamento associadas com uma dada camada de transferência são passadas para (ou recebidas da) correspondente entidade da Gerência de Camadas, por exemplo, para o processamento de configuração, monitoração de falhas, monitoração de desempenho, UPC/NPC (ver Figura 20).

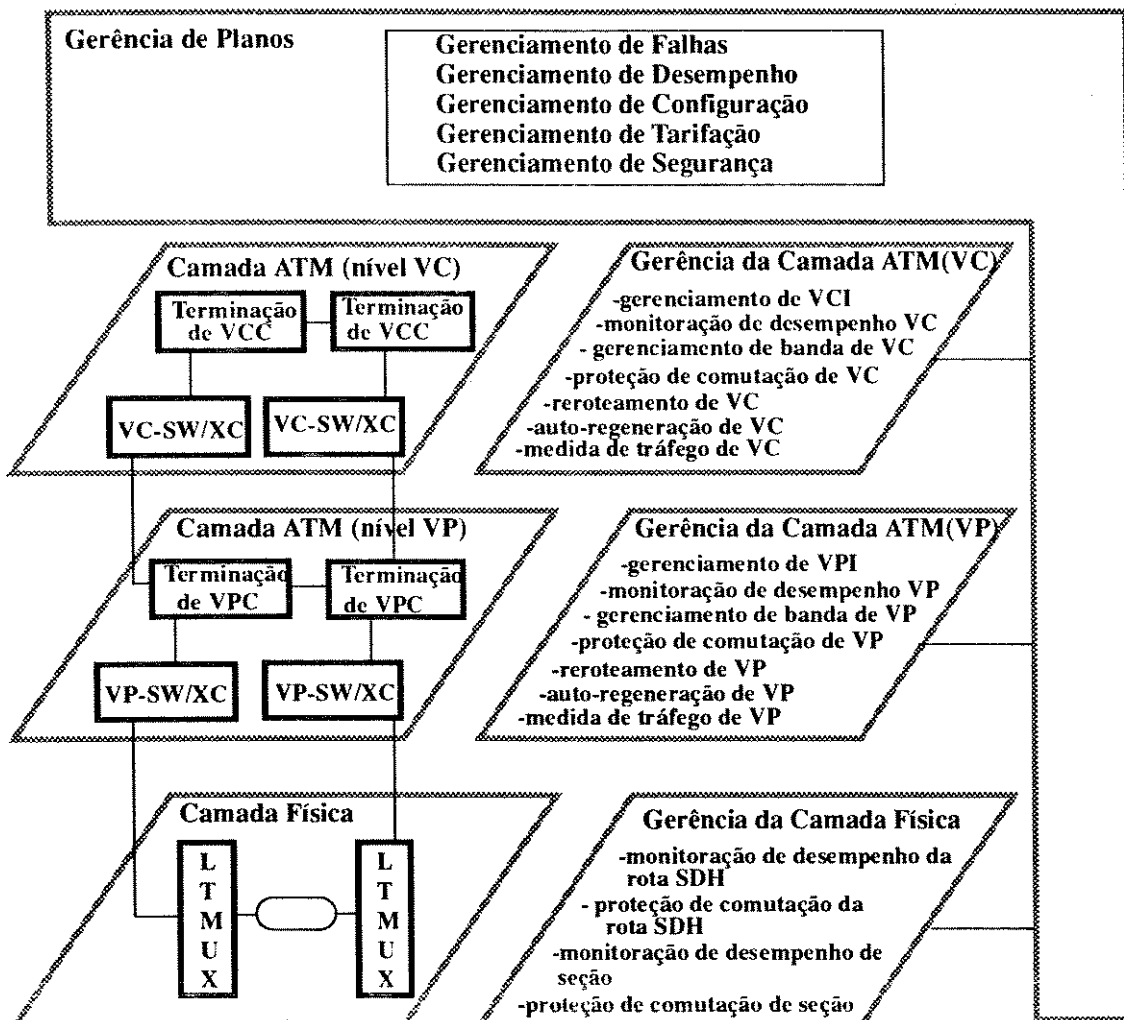
3.3.1 Gerência da Camada Física

Inclui as funções de tratamento das Camadas de Caminho de Transmissão e Meio de Transmissão, como o processamento do fluxo de OAM F2/F3 e a transmissão de informações de “*overhead*”, funções de ativação/desativação, tratamento de erros.

3.3.2 Gerência da Camada ATM

São divididas em blocos funcionais de tratamento de Gerência de VP e Gerência de VC, constituindo de duas entidades:

- a. Entidade de Gerência Genérica:** incluindo as funções aplicáveis à camada como um todo (ex: tratamento de erros e funções relacionadas com os recursos para formar um enlace interno para transferência de células):
- **Gerenciamento dos Recursos de Rede** (NRM - *Network Resource Management*): o provisionamento deve ser usado para alocar recursos de rede para separar os fluxos de tráfego de acordo com as características dos serviços.
 - **Controle de Admissão de Conexão** (CAC - *Connection Admission Control*): é definido como o conjunto de ações tomadas pela rede durante a fase de “*setup*” da chamada (ou durante a fase de renegociação da chamada) para estabelecer se uma conexão de canal/caminho virtual solicitada pode ser aceita ou rejeitada (ou se um pedido de realocação de recursos pode ser acomodado). O roteamento é parte das ações do Controle de Admissão de Conexões.
 - **Controle de Realimentação:** são definidos como o conjunto de ações a serem tomadas pela rede e pelos usuários para regular o tráfego submetido nas conexões ATM de acordo com o estado dos Elementos de Rede.
 - **Parâmetros de Controle do Usuário/Rede** (UPC/NPC - *Usage/Network Parameter Control*): é definido como o conjunto de ações tomadas pela rede para monitorar e controlar o tráfego, em termos do tráfego oferecido e validação da conexão ATM, no acesso do usuário e acesso da rede, respectivamente. O principal propósito é proteger os recursos da rede de maus comportamentos, maliciosos e não intencionais, que possam afetar a QoS (*Quality of Service* - Qualidade de Serviço) de outras conexões já estabelecidas, pela detecção de violação dos parâmetros negociados e tomando as ações apropriadas.
 - **Controle de prioridade:** o usuário pode gerar fluxos de tráfego com diferentes prioridades, através do uso do CLP (*Cell Loss Priority* - [12]). Um Elemento de Rede congestionado pode descartar células de forma seletiva, com baixa prioridade, se necessário, para proteger tanto quanto possível o desempenho da rede para as células de alta prioridade.
 - Outras funções de controle.
- b. Entidade de Gerência de Conexão:** incluindo todas as funções relacionadas com uma específica conexão VP/VC, existe uma instância específica destes blocos por conexão de VP/VC (ex: processamento de informação de OAM F4/F5, gerenciamento de UPC/NPC).



SW/XC -Comutador/Cross-connect
LTMUX- Multiplexador de linhas

FIGURA 20. Descrição Funcional da Rede de Gerenciamento B-ISDN

3.4 Elementos de Rede Envolvidos no Transporte de Informação do Plano de Usuário

O acréscimo de valores às funcionalidades descritas anteriormente, de acordo com uma necessidade específica em um ponto de rede, irá caracterizar um elemento de rede ATM.

Os principais elementos de rede envolvidos no transporte de informação do Plano de Usuário são:

- a. **VP cross-connect:** é um elemento de rede que conecta enlaces de VP; ele traduz valores de VPI (não VCI) e é comandado por funções do Plano de Gerência e não por funções do Plano de Controle.
- b. **VC cross-connect:** é um elemento de rede que conecta enlaces de VC; ele traduz valores de VCI e é comandado por funções do Plano de Gerência e não por funções do Plano de Controle.
- c. **VP-VC cross-connect:** é um elemento de rede que atua tanto como *cross-connect* de VP como *cross-connect* de VC. É comandado por funções do Plano de Gerência e não por funções do Plano de Controle.
- d. **Comutador de VP:** é um elemento de rede que conecta enlaces de VP; ele traduz valores de VPI (não VCI) e é comandado por funções do Plano de Controle.
- e. **Comutador de VC:** é um elemento de rede que conecta enlaces de VC; ele traduz valores de VCI e é comandado por funções do Plano de Controle.
- f. **Comutador de VP-VC:** é um elemento de rede que atua tanto como comutador de VP como comutador de VC. É comandado por funções do Plano de Controle.

3.5 Comunicação entre Usuário e Elementos de Rede

A partir da caracterização das funcionalidades dos elementos de rede ATM, necessitamos definir algumas formas de comunicação para viabilizar ao Plano de Usuário acessar o equipamento.

Estão identificados 5 tipos de comunicações para controle e gerenciamento de VPC e/ou VCC que provêm transporte de informação para o Plano de Usuário (conforme Figura 21).

i.) Comunicação do Plano de Gerência Tipo 1: esta comunicação acontece diretamente entre o equipamento do cliente (CEQ - *Customer Equipment*) e o Centro de Gerência de Rede (NMC - *Network Management Center*) via 2 tipos de caminhos de comunicação:

- um caminho de comunicação conectado com o NMC via uma interface diferente daquela através da qual são transferidas as informações do Plano de Usuário (usando uma entrada de terminal remoto), ou
- uma VPC ou VCC pré-definida entre TE e o NMC através da mesma interface T_B que é usada para transferir informações de usuário (via o *cross-connect* de VP ou VC).

Em princípio, esta comunicação compreende um pedido de requisição do CEQ para uma conexão VPC ou VCC permanente ou semi-permanente para a transferência de informação de usuário, e a notificação do NMC ao CEQ dos valores de VPI e VCI a serem usados para esta transferência de informação através da interface T_B .

No CEQ, o usuário pode entrar manualmente com a informação de requisição da entrada do terminal remoto ou diretamente do TE/NT2. Em caso de entrada de terminal remoto, comunicação interna entre o terminal e o TE/NT2 pode ser usada.

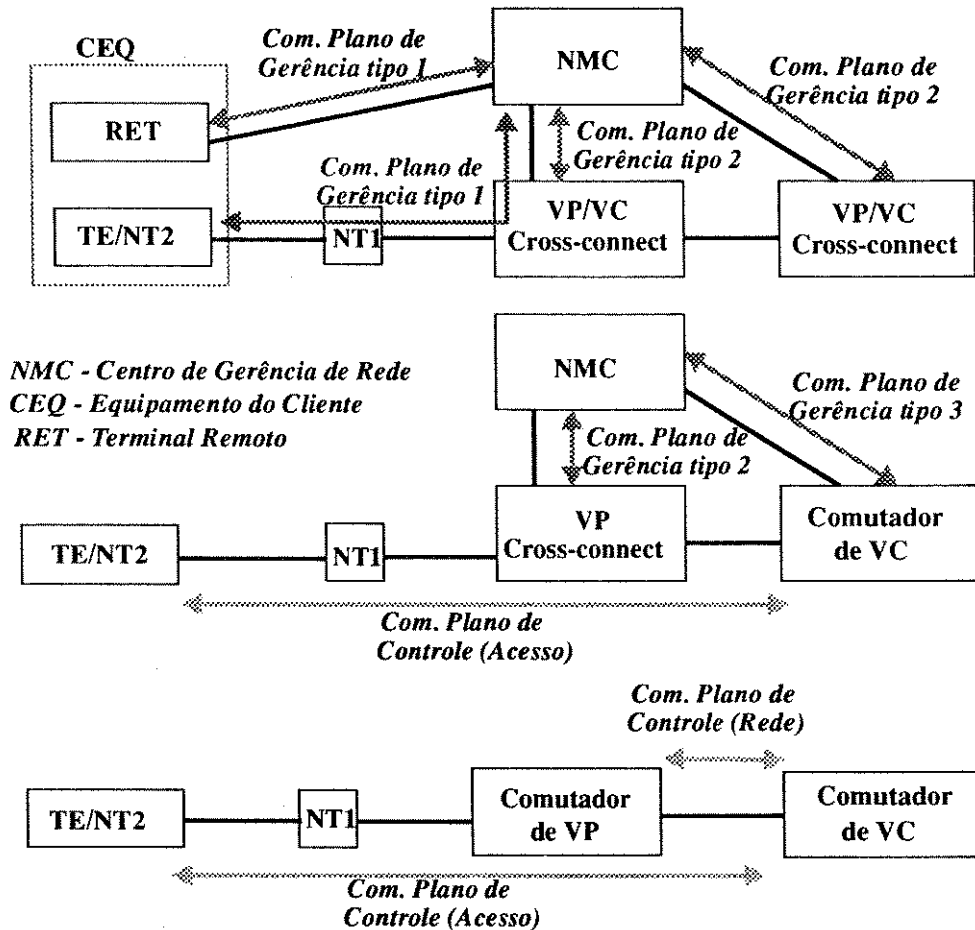


FIGURA 21. Comunicação Usada para a Gerência de VPC/VCC

ii.) **Comunicação do Plano de Gerência Tipo 2:** usada para o estabelecimento/terminação/manutenção de VPC/VCC pelos *cross-connects* de VP ou VC. Entidades que se comunicam desta forma são: o NMC e os *cross-connects* de VP e VC. Esta comunicação pode ser feita baseada ou não em ATM.

- iii.) **Comunicação do Plano de Controle (Acesso):** nesta comunicação, um usuário gerencia (estabelece/termina/mantém) uma VPC/VCC pelo envio de mensagens do Plano de Controle através de uma VCC de sinalização que é terminada no comutador de VC.
- iv.) **Comunicação do Plano de Gerência Tipo 3:** esta comunicação é para um comutador de VC que aceita um pedido para gerência de conexão. Usa a Comunicação do Plano de Controle (Acesso) para transferir a informação de requisição para o NMC, enviando mensagens do Plano de Gerência.
- v.) **Comunicação do Plano de Controle (Rede):** esta comunicação é para um comutador de VC que aceita um pedido (para gerenciamento de conexão usando a Comunicação do Plano de Controle (Acesso)) para transferir o pedido de estabelecimento/término/manutenção de enlaces de VP via comutador de VP, pelo envio de mensagens do Plano de Controle.

3.6 Estrutura Genérica da Rede de Transporte

A Figura 22 mostra uma estrutura genérica para a rede de transporte de informações de controle e gerenciamento. Assume-se que esta rede é logicamente separada da rede de transporte de informações de usuário B-ISDN (como uma rede sobreposta). Esta rede pode ser usada também pelos nós existentes N-ISDN (*Narrowband ISDN* - Rede Faixa Estreita), diretamente ou através de CCS #7 ou X.25, aumentando as capacitações da N-ISDN. Esta rede também provê acesso aos nós da rede inteligente.

Existem várias arquiteturas possíveis para esta rede de transporte de controle e gerenciamento B-ISDN. Como tendência do mercado, de operadoras e fornecedores de equipamentos de telecomunicações, destacamos a arquitetura baseada em uma estrutura de *cross-connects* de VP, conforme a Figura 23: VPs

*NE - Network Element
(Elemento de Rede)*

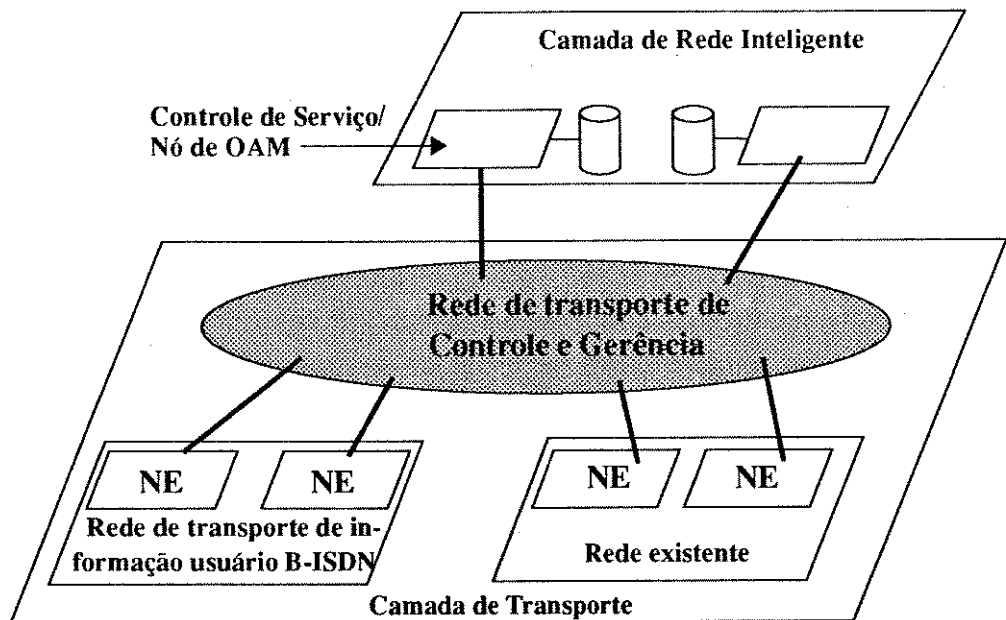


FIGURA 22. Rede de Transporte de Informações de Controle e Gerência

são usados para interconectar vários nós de uma forma pré-definida (semi-permanente/permanente).

Fluxos diferentes de gerência e controle através de um VP são separados em diferentes VCs. Isto assegura a distribuição de funções já na Camada ATM, em vez de nas camadas mais altas, aumentando assim a velocidade de transporte das informações.

Nesta configuração, duas opções são previstas:

- i.) Separação das informações de controle e gerência das informações de usuário ao nível de VP. Neste caso, a capacidade total do VP numa linha de transmissão pode ser dinamicamente realocada entre os VPs para sinalização e os VPs para informação de usuário, de acordo com as variações de tráfego e/ou situações de falhas.
- ii.) Nenhuma separação ao nível de VP. Os VPs carregarão informações de controle e gerência e informações de usuário.

O suporte à sinalização em uma estrutura baseada em *cross-connects* de VP pode assegurar:

- simplificação dos protocolos existentes de transporte de controle e gerenciamento;
- melhor desempenho, principalmente pela redução do atraso das mensagens de controle e gerência;
- melhores vantagens e possível capacidade de auto-regeneração (*selfhealing*) a nível de VP.

3.7 Controle e Gerência da Rede de Transporte B-ISDN

As funções de transporte de mensagens de controle e de gerência B-ISDN na rede tem que prover a capacidade de transferência das seguintes informações:

- informação de controle para o Plano de Usuário de VPC/VCC;
- informação de controle entre Pontos de Comutação de Serviços (SSP - *Service Switching Point*) e os Pontos de Controle de Serviços (SCP - *Service Control Point*) no contexto de Rede Inteligente;
- informação de sinalização de usuário-a-usuário;
- informação de sinalização do sistema de gerência usuário-a-serviço;
- informação de gerência para OAM.

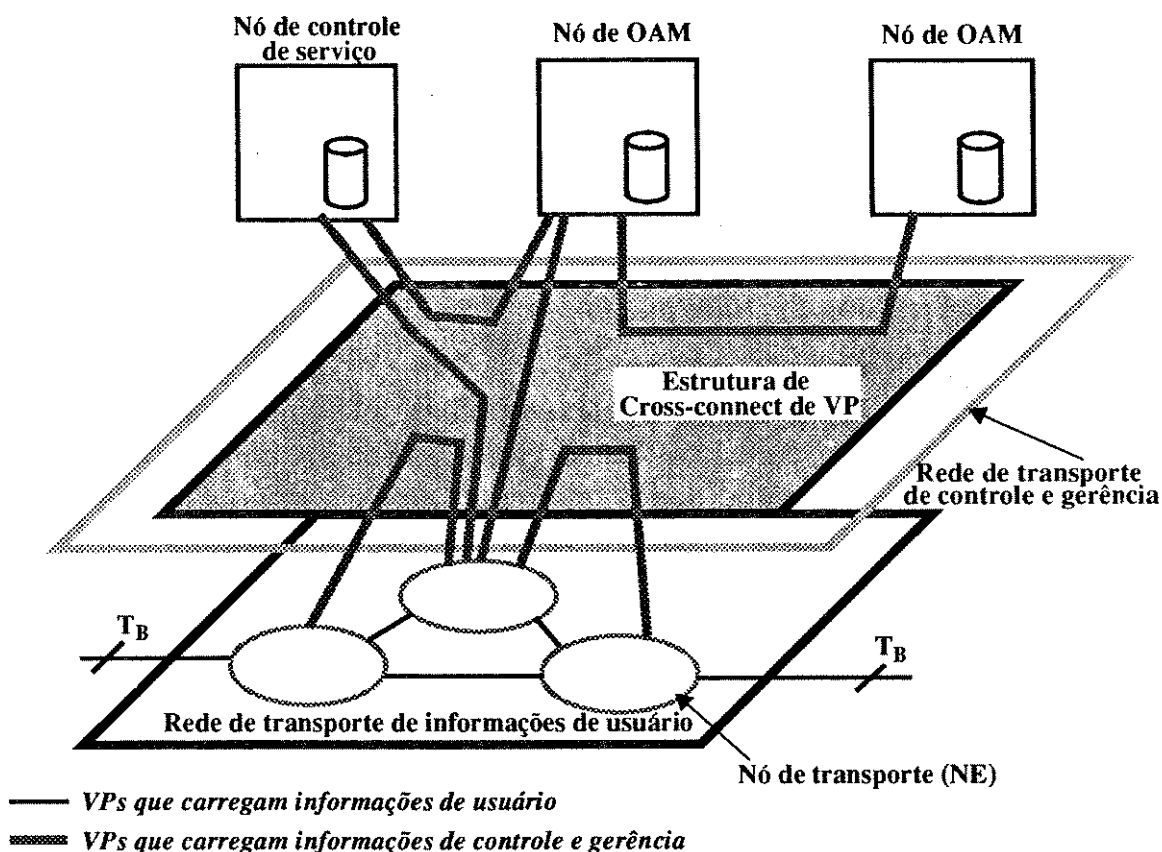


FIGURA 23. Exemplo de Arquitetura de Rede de Transporte de Controle e Gerência Usando VPs Cross-connects

Para o transporte de informações de Controle e de Gerência, é usada a rede de transporte B-ISDN. Para as camadas mais altas de protocolo, a sinalização e o protocolo de TMN preenchem os requisitos.

3.7.1 Objetivos e Requisitos Gerais

A rede de transporte de controle e gerenciamento B-ISDN deve ser uma infra-estrutura para controle de serviço e capacitações de OAM.

i.) Confiabilidade

Alta confiabilidade da função de transporte deve ser assegurada para proteger a rede de falhas e sobrecarga. Devem ser garantidos mecanismos de proteção como proteção de comutação, re-roteamento e tolerância a falhas (auto-regeneração - "*selfhealing*").

ii.) Flexibilidade

A função de transporte deve ser flexível o bastante para garantir as mudanças frequentes nos requisitos dos serviços associados com a introdução de novas funções e bases de dados para controle de serviço e OAM na rede. Deve ser adequada para o futuro ambiente de processamento distribuído.

iii.) Desempenho

Pelo uso de capacitações ATM, é esperado que o desempenho das redes de transporte ATM seja pelo menos tão bom quanto o desempenho das redes de transporte usadas para transportar sinalização CCS #7 (*Common Channel Signaling #7* - Sinalização por Canal Comum #7).

iv.) Interfaces Comuns

É desejável que as interfaces de vários nós, incluindo os nós de transporte, nós de controle de serviços e nós de OAM para a rede de transporte de informação de controle e gerenciamento sejam comuns através de toda a Camada ATM.

v.) Interfuncionamento com Rede de Transporte de Sinalização Faixa Estreita

Deve prover o acesso às redes de transporte de sinalização existentes CCS #7.

Este interfuncionamento garante à B-ISDN acesso aos recursos do ambiente N-ISDN (Faixa Estreita), por exemplo, aos pontos de controle de serviços (SCPs), e por outro lado também assegura que os nós existentes da rede Faixa Estreita tenham acesso às capacidades de alta velocidade providas pela rede ATM.

Capítulo 4 Gerenciamento de Equipamento e de Rede ATM - Particularização da Análise de OAM

Este capítulo se propõe a reunir as informações apresentadas nos capítulos anteriores, propondo um modelamento para o gerenciamento de um equipamento para redes B-ISDN. Esta proposta, particularizada para o gerenciamento da Camada de protocolo ATM, aborda as características especificadas de OAM, inserindo-se no contexto de gerenciamento da TMN.

4.1 Proposta de um Modelo Funcional para Equipamentos da Rede B-ISDN

Vamos estruturar um elemento de rede genérico a partir da Figura 18, onde são mostrados os relacionamentos entre as diversas entidades funcionais que devem coexistir em um equipamento para ATM, segundo o modelo de referência da Figura 5. Para clarificar esta estruturação vamos adotar o esquema da Figura 24, apresentado em [34], e que deixa visível as funções relacionadas com o controle das chamadas e conexões para um nó B-ISDN, mostradas a seguir::

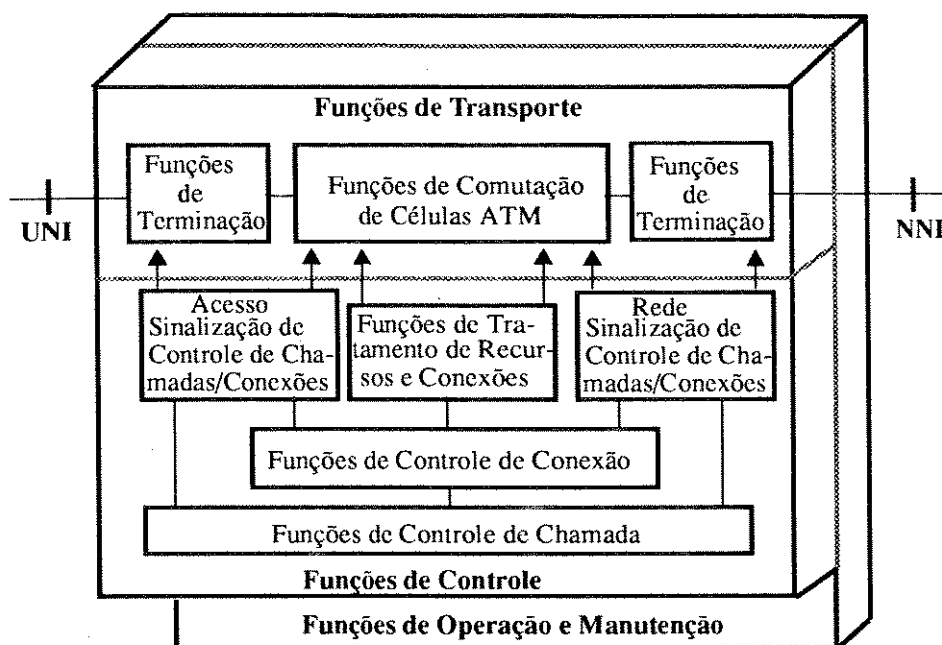


FIGURA 24. Modelo Funcional para um Nó B-ISDN

- a. **Funções de Transporte:** relacionadas com as camadas mais baixas do protocolo do modelo de referência (camadas Física, ATM e de Adaptação), podendo ser divididas em funções de terminação e funções de comutação (consideradas mais centralizadas, isto é, independentes das portas externas de acesso);
- b. **Funções de Controle:** relacionadas com as camadas mais altas do protocolo do modelo de referência, podendo ser divididas em sinalização, processamento de serviços e funções de tratamento de recursos/conexões;

c. Funções de Operação e Manutenção: baseadas nos princípios de TMN e nas funções de OAM, apresentadas na Recomendação I.610 ([30]), descritas no Capítulo 2.

Funções são usadas e reusadas nos vários estágios do tratamento de conexões. Podem ser combinadas para caracterizar a execução de serviços suplementares.

Dentro do quadro modelo funcional apresentado na Figura 24, o uso das funções a partir da solicitação de serviços pode ser considerada da seguinte forma:

- i.) na recepção da solicitação de um serviço (via funções de sinalização) as funções de processamento de serviços são usadas para identificar o tipo apropriado de conexão;
- ii.) o tipo apropriado de conexão é estabelecido pelo uso de funções de tratamento de recursos/conexões;
- iii.) serviços suplementares que envolverem funções adicionais e fluxo de informação, além daquelas requeridas para os serviços de conexão, são executados sob controle de uma lógica residente nas funções de processamento de serviços. Esta lógica é projetada para executar serviços específicos. Capacitações correspondentes aos serviços/características podem estar residentes também nas funções de sinalização e tratamento de recursos/conexões.

Baseado nestes conceitos, um equipamento (elemento de rede) pode então ser modelado através de uma estruturação em camadas, de forma hierárquica (respeitando-se a Gerência de Planos como ligação entre os diversos blocos funcionais).

Caracterizamos os seguintes níveis hierárquicos para o nosso equipamento e definimos para cada um deles os objetos funcionais necessários para a execução dos diversos serviços, conforme Figura 25:

- **Nível de Transporte:** funções relacionadas com a recepção, a comutação e a transmissão de células ATM e com a adaptação de outros protocolos. Funções de terminação (física e ATM) que realizam os protocolos das camadas mais baixas do modelo de referência para B-ISDN. Funções de comutação que executam as conexões entre usuários (UNI) e rede (NNI). Funções de adaptação que provêm o interfuncionamento com outras redes, tais como RDSI-FE, Frame Relay e SMDS;
- **Nível de Controle de Conexões:** funções básicas de provisão de conexões (funções de suporte). Provê serviços para a interconexão de usuários, provisão de canais de sinalização e outras conexões que possam existir dentro do equipamento. Realiza as funções de Controle de Admissão de Conexões (CAC - *Connection Admission Control*) e controle de sobrecarga de recursos de conexão, acionando as funções dos blocos de terminação física, protocolo ATM, comutação e adaptação para a realização/reserva das conexões solicitadas;
- **Nível de Aplicação:** funções relacionadas com a sinalização e o tratamento de chamadas e conexões, necessárias para a prestação de serviços comutados ou não. Controla a execução dos protocolos das camadas mais altas do modelo de referência da B-ISDN. Provê funcionalidades especiais sobrepostas à rede de transporte, reunindo características que diferenciam a prestação de serviços e os elementos de rede. Por exemplo, para elementos de rede *cross-connects* deve realizar funções sobre conexões semi-permanentes e para elementos de rede comutadores deve realizar funções de sinalização, tratamento de chamadas e conexões sob demanda e roteamento em caso de sobrecarga ou falha do nó ou da rede;
- **Nível de Gerenciamento:** funções relacionadas com TMN e controle de funcionamento do equipamento. Estão relacionadas aqui as funções de gerenciamento de cada um dos níveis propostos, bem como a Tarifação, Gerência de Alarmes, Falhas e Desempenho, Segurança de Acesso às funções do equipamento e Configuração dos Recursos.

Nota: consideramos um **Nível de Suporte Básico** para a execução das funções acima, composto por um Sistema Operacional e, dentre outras, funções de sincronismo e funções de comunicação entre os módulos (entidades processadoras onde as diversas funções são executadas), para suporte à execução das funções dos outros níveis. Consideramos como características principais deste Suporte Básico ser: distribuído, tempo real, tolerante a falhas e

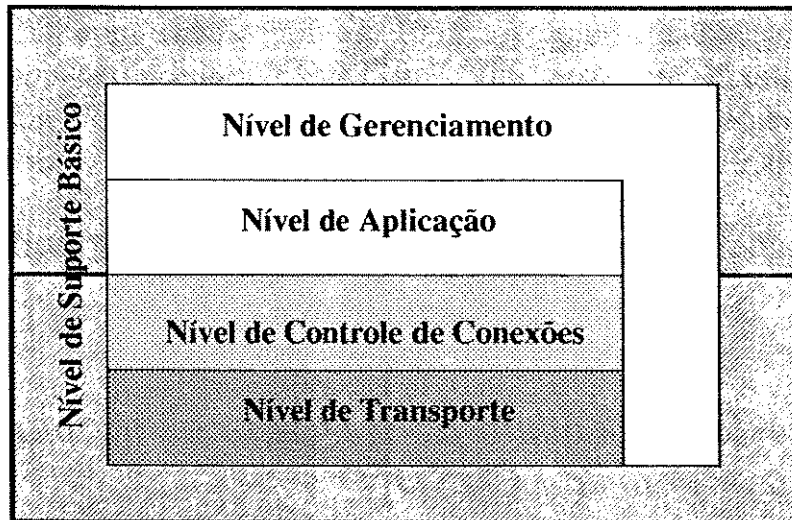


FIGURA 25. Funcionalidades em um Equipamento para B-ISDN

Esta análise divide nosso equipamento em duas partes, uma dependente de *hardware* e *software* específicos, dedicados (níveis de Transporte e de Controle de Conexões) e outra caracterizada pela utilização destes serviços oferecidos, disponibilizados por uma interface padrão, com independência para implementação.

A análise das necessidades para a execução dos diversos serviços para B-ISDN segundo este prisma de níveis hierárquicos, a partir dos modelos apresentados anteriormente, facilita a construção de um equipamento modular, flexível

(do ponto de vista de acréscimo de facilidades e prestação de serviços), tornando-o de fácil manutenção, gerenciamento e operação.

A reusabilidade de *software* e *hardware*, considerando esta estrutura modular, baseada em objetos e com interfaces bem caracterizadas, será um ganho advindo do modelamento. A utilização de ambientes comerciais (já testados e robustos) para o desenvolvimento do Nível de Aplicação e de Suporte Básico, também pode ser considerada como um ponto importante a favor. A reusabilidade e a utilização de ambientes comerciais tem alavancado as indústrias de telecomunicações e informática, garantindo rapidez no oferecimento de novos serviços.

4.2 Proposta de Modelo de Gerenciamento para Equipamentos da B-ISDN

Enquanto os diversos comitês de padronização, como o ITU-T, tem trabalhado para definir os procedimentos ATM para os Planos de Usuário e Controle (*U-Plane* e *C-Plane*), os procedimentos de gerenciamento da rede local no Plano de Gerência (*M-Plane*) estão em grande parte ainda considerados como assuntos para estudos posteriores.

Então, a partir dos princípios apresentados anteriormente e considerando ainda a Figura 18, propomos de uma forma genérica um modelo para o Nível de Gerenciamento de nosso equipamento na rede, considerando as necessidades dos outros níveis hierárquicos. Dada a modularidade do sistema/equipamento a nível funcional, a arquitetura de gerenciamento deve refletir esta facilidade a nível de integração entre as funções essenciais ou básicas e aquelas típicas de aplicações. Estas podem ser introduzidas de acordo com a conve-

niência ou prioridades pré-estabelecidas, através de interfaces adequadas e de uma hierarquia que permita a adição de funcionalidades e/ou evolução tecnológica de forma simples.

Algumas funções devem ser estritamente hierarquizadas, do ponto de vista do Plano de Gerência. Assim, podemos definir funções dedicadas a operações de gerenciamento entre camadas de protocolo e outras necessárias ao roteamento, análise e tomada de decisões a nível de Gerência de Rede. Assim, definindo as macro-funções a serem executadas pelo equipamento e a hierarquia de gerenciamento explícita entre elas, construímos o modelo na Figura 26. Considerando que cada bloco construtivo definido nesta figura possui independência do ponto de vista de gerenciamento, para tomada de decisões locais e distribuindo o controle necessário à gerência do equipamento, simplificamos a sua implementação. Desta forma, aos diversos níveis cabe a responsabilidade de filtrar as informações e indicações de falhas necessárias a Operação e Gerenciamento de Rede, a análise das situações particulares e dos dados a serem emitidos à camada hierárquica superior ou diretamente a Gerência do Equipamento.

Devido a abrangência da análise, ou seja, caracterizar todos os serviços a serem prestados por cada nível, analisar todas as funções de gerenciamento associadas e definir o **modelo de informação** para o nosso equipamento, vamos restringir o nosso estudo a gerência da Camada de protocolo ATM. A principal responsabilidade desta é suportar os procedimentos de OAM definidos para o gerenciamento de falhas e de desempenho, tomando as atitudes necessárias para a manutenção do serviço prestado, gerando relatórios de desempenho e sinalizando falhas para o nível superior de gerência. Deve também reagir às falhas das camadas inferiores de protocolo, falhas de equipamento indicadas e solicitações da Gerência do Equipamento (Sistema e Operação).

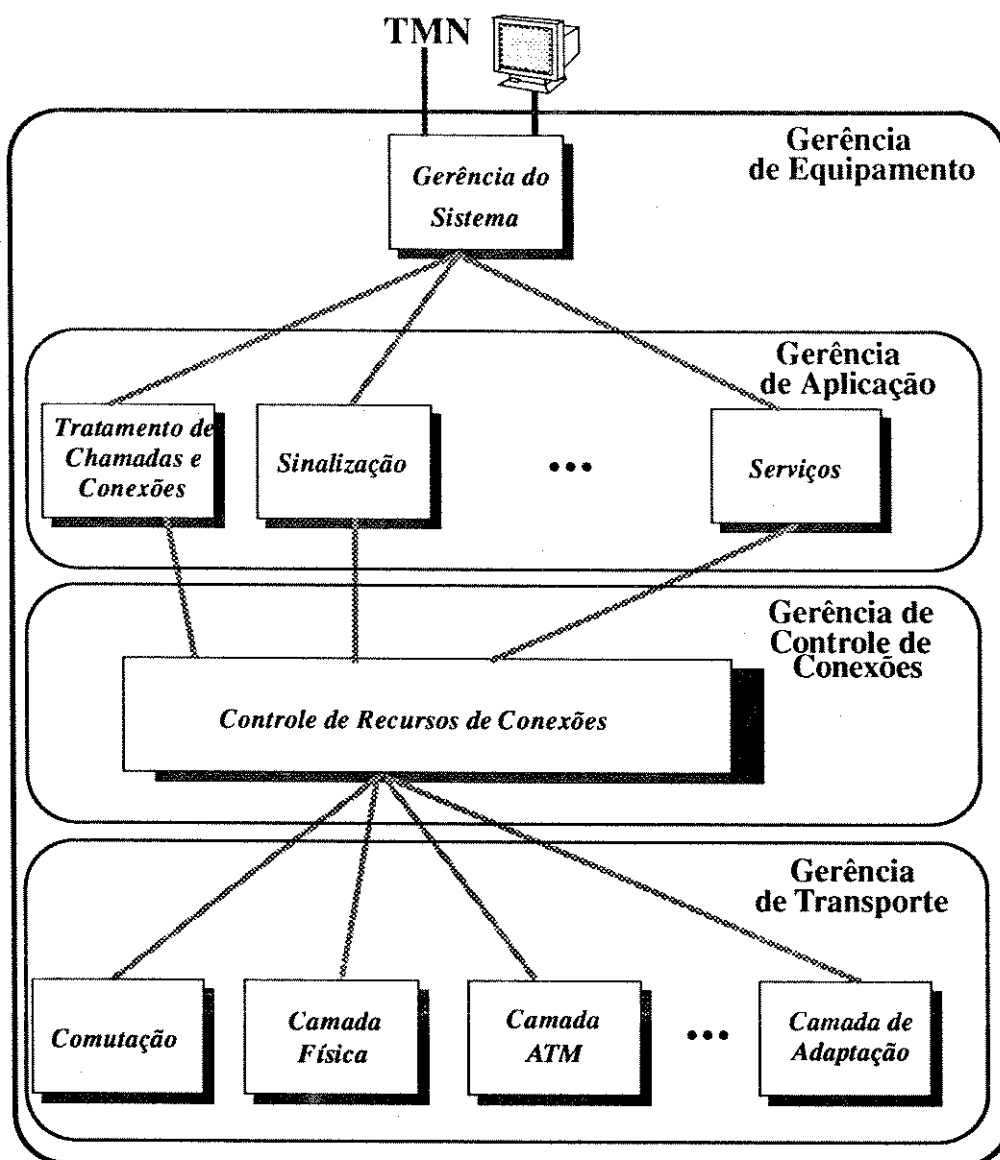


FIGURA 26. Proposta de um Modelo Hierárquico para o Plano de Gerência

4.2.1 Análise do Gerenciamento da Camada ATM

Segundo o modelo apresentado na Figura 19, a Gerência da Camada ATM (ATMM), deve prover um suporte para as funções de gerenciamento do sistema, que inclui funções de gerenciamento de falhas, desempenho, configuração, segurança e recursos. A ATMM executa somente os aspectos da Camada ATM para estas funções de gerenciamento. A Gerência do Equipamento/Rede coordena as funções de gerenciamento dentro da Camada ATM. Estas funções de gerenciamento podem ser aplicadas às conexões quando necessário. Em condições normais, somente algumas funções ATMM são executadas. ATMM também provê o suporte às funções de meta-sinalização e sinalização do Plano de Controle.

As funções de Meta-sinalização, Gerenciamento de Falhas e de Desempenho estão bem definidas, enquanto que os aspectos relacionados com o Gerenciamento de Recursos, Gerenciamento de Conexões e Gerenciamento de Segurança não foram ainda analisados nos diversos foros de padronização.

Vamos analisar as especificações existentes e propor um modelo implementável para as funções de Gerenciamento de Falhas. Embora as funções estejam definidas, não estão disponíveis os interrelacionamentos e a formalização dos processos. Vamos procurar desenvolvê-los através de algoritmos em SDL (Linguagem de Descrição e Especificação - *Specification and Description Language*) e de diagramas de fluxo de mensagens (MSC- *Message Sequence Chart*), padronizados e adotados pelo ITU-T.

Sempre que possível vamos procurar estabelecer relações com os Gerenciamentos de Recursos, Conexões e Segurança, prevendo funcionalidades futuras para estes.

4.2.2 Características da Implementação

Serão avaliadas características necessárias a uma implementação futura dos processos. Entretanto, algumas já podem ser relacionadas, da visão geral destes processos:

- i.) a extração das células de fluxo OAM deverá ser realizada pelo mesmo mecanismo que controla o fluxo das células de usuário, através da análise do cabeçalho das células;
- ii.) extrair células do fluxo implica também no conhecimento sobre as características do ponto de conexão: pontos de terminação de conexão ou segmento consomem células do fluxo enquanto que os demais pontos de conexão deverão executar apenas uma cópia das células para a ATMM, para processamento posterior (este procedimento também não está padronizado). Esta atuação nos pontos de conexão é necessária para não influenciar, por exemplo, o mecanismo de Monitoração de Desempenho que é executado pelas terminações sobre um bloco de células de usuário de tamanho especificado, preservando a integridade do sequenciamento das células da fonte (origem) e garantindo um retardo mínimo nestes pontos;
- iii.) a implementação de *loopback* também necessita de uma avaliação especial das células de usuário. Caracterizada a célula como sendo de *loopback*, o Campo Específico da Função (conforme a Figura 12) contém as indicações de origem/destino que devem ser analisados antes de ser ativada a Gerência da Camada (ATMM) e a célula extraída do fluxo. Procedimentos da Gerência da Rede podem também influenciar este processo, ativando os pontos de conexão e terminação responsáveis pela extração das células, independente do conteúdo destas.
- iv.) características da conexão, como por exemplo, se é comutada ou permanente (SVC- *Switched Virtual Connection* ou PVC- *Permanent Virtual Connection*) podem influenciar a ativação de funções de análise de falhas/

desempenho: é o caso da Verificação de Continuidade que não necessita ser ativada em SVCs devido aos tempos reduzidos entre ativação e término da conexão.

A ATMM deverá ser estruturada de forma a refletir as divisões de gerenciamento de rede previstas para TMN, ou seja, objetos para gerenciamento de falhas, de desempenho, segurança, configuração e tarifação, obtendo os dados da Camada ATM, como já mencionado. Isto facilitará o relacionamento com a Gerência de Rede ATM, considerando esta entidade (Camada ATM) como um possível elemento de rede (NE - Network Element) do ponto de vista de gerenciamento, tornando o equipamento mais flexível.

Através do fluxo de OAM e de funções auxiliares, não interferentes no fluxo do usuário, a ATMM deverá prover meios de gerenciamento e de operação das funções de transferência de informações entre camadas de protocolo de usuário-rede-usuário.

4.3 Análise dos Requisitos de Gerenciamento da Camada ATM para a Implementação de OAM

Podemos dividir a análise para o gerenciamento em 2 itens: Gerenciamento a Nível de VP (Caminho Virtual) e Gerenciamento a Nível de VC (Canal Virtual).

4.3.1 Funções de Gerenciamento de Falhas de Caminho Virtual

Antes de analisarmos as funções de gerenciamento de falhas, algumas definições devem ser feitas:

- i.) **Anomalia:** uma discrepância entre as características reais e as desejadas de um item. A característica desejada pode ser expressa na forma de uma especificação. Uma anomalia pode ou não afetar a capacidade de um órgão executar uma dada função. Como exemplo de anomalias, podemos citar: violação de formato de código como CRC e BIP.
- ii.) **Defeito:** uma interrupção na capacidade de um item de executar uma dada função. Isto poderá ou não ativar uma ação de manutenção, dependendo de resultados de uma análise adicional. Anomalias sucessivas, causando uma diminuição da capacidade de um órgão de executar uma dada função são consideradas como um defeito. Exemplos de defeitos: intervalos curtos de LOS, AIS, LOP e LOF.
- iii.) **Falha:** o término da capacidade de um órgão de executar uma dada função. É considerada uma falha quando um defeito for detectado e persistir por um período de tempo. Falhas locais e remotas podem ser observadas por Elementos de Rede (NE) usando funções de sinalização de manutenção através de um *overhead* no transporte (ex: sinais RDI para falhas na terminação distante e sinais AIS para falhas para trás no fluxo).

Uma anomalia se refere a primeira indicação de que pode existir um problema na rede. Se existir uma densidade suficiente de anomalias em um curto período de tempo (usualmente uma pequena fração de segundo), é considerado um defeito, e o elemento de rede notifica outros NEs que existe um problema, usando sinais de indicação de defeito **em banda** como um sinal de indicação de alarme (AIS - *Alarm Indication Signal*). Ações automáticas devem ser tomadas no Elemento de Rede para corrigir o problema. Se o defeito persistir (por exemplo, por alguns segundos), uma falha é declarada e o sistema de gerenciamento apropriado avisado.

Assim, falhas podem ser detectadas na Camada ATM a partir da notificação de falhas na Camada Física, ver Figura 27.

É desejável, também, declarar um defeito quando os valores de desempenho forem inaceitáveis e então alarmar qualquer evento que ultrapasse limiares.

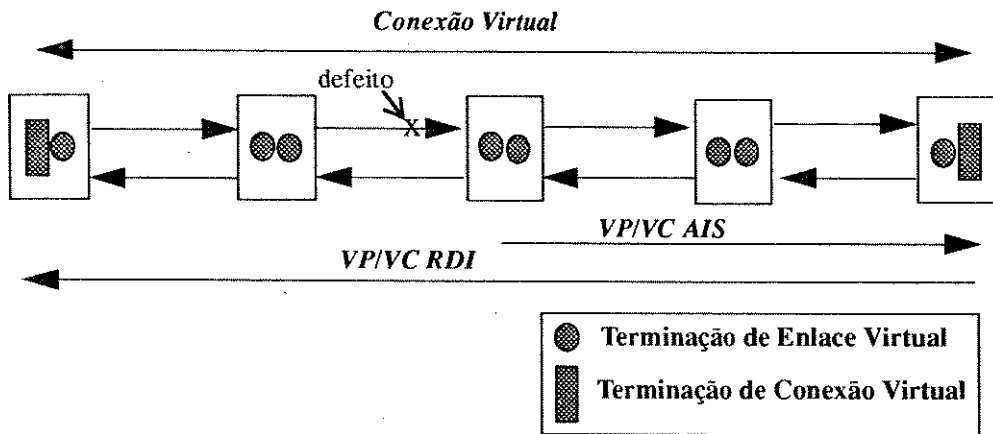


FIGURA 27. Indicações de Defeito de VPC/VCC

A seguir vamos apresentar as funções de gerenciamento de falhas que poderão ser usadas.

4.3.1.1 Indicação de Defeitos VP-AIS e VP-RDI

Quando um ponto de uma conexão detectar um defeito, define-se em “estado de falha” e executa certas funções até retornar ao “estado normal”. Quando um ponto de término de conexão recebe um AIS ou RDI, são esperadas ações sobre este ponto, entrando no “estado AIS” ou “estado RDI”, saindo deste estado quando retornar a normalidade. Estas falhas podem ser analisadas em 3 pontos principais, conforme a Figura 28.

Indicação de defeitos VP-AIS e VP-RDI poderão ser usados para identificar e relatar defeitos de VPC.

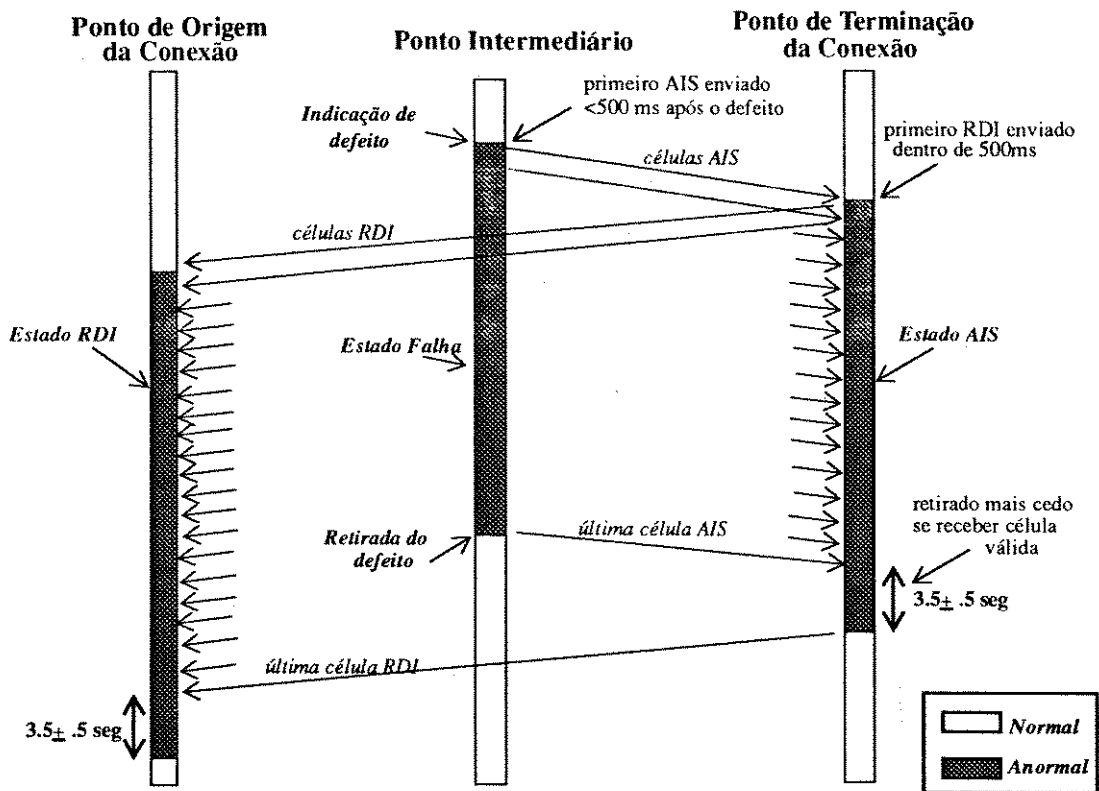


FIGURA 28. Mudança de Estados e Fluxo de Mensagens para uma Conexão

4.3.1.1.1 VP-AIS

Células de VP-AIS poderão ser geradas e enviadas no sentido do fluxo (para frente) para todas as VPCs ativas afetadas a partir do ponto de conexão de VPC (exemplo, no *cross-connect* ATM) que detectou o defeito de VPC no nível de VP. Será enviado VP-AIS ao se receber uma indicação do defeito de Transmissão *path-AIS* da Camada Física ou perda de continuidade do nível de VP. As indicações de defeito de Transmissão *path-AIS*, conforme as Tabelas 2

e 3, resultam de defeitos observados nos níveis da Seção de Regeneração, da Seção Multiplex ou do Caminho de Transmissão.

- **Condição de geração de células de VP-AIS:** células de VP-AIS são geradas e transmitidas tão logo uma indicação de defeito tenha sido observada (recebida) e continuam a ser transmitidas periodicamente durante a permanência do defeito para indicar uma interrupção da capacidade de transferência de células no nível de VP. A frequência de geração de células VP-AIS é nominalmente uma célula por segundo e será a mesma para todas as VPC envolvidas.

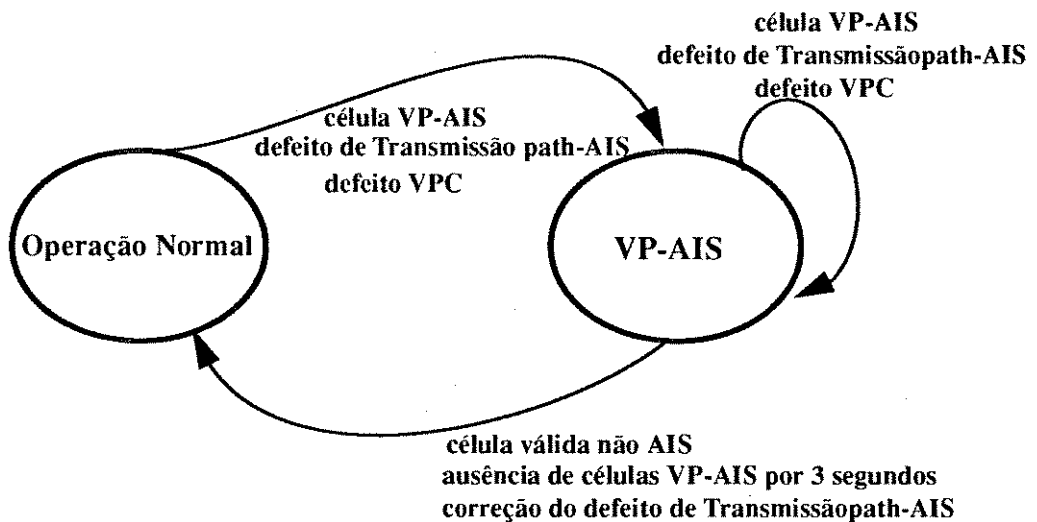
A geração de células VP-AIS deverá parar assim que as indicações de defeitos (ex, defeito de Transmissão *path-AIS*) forem removidas.

- **Condição de detecção de células VP-AIS:** células VP-AIS serão detectadas no ponto-de-terminação (*end-point*) da VPC. Os pontos de conexão da VPC poderão monitorar as células de VP-AIS, de forma não intrusiva¹.
- **Condições de entrada e saída no estado VP-AIS:** o estado VP-AIS é declarado (entrada no estado) no ponto de terminação da VPC assim que uma célula de VP-AIS for recebida, ou houver detecção de um defeito de Transmissão *path-AIS* ou de um defeito de VPC (por exemplo, perda de continuidade de VPC) neste ponto de terminação. O estado VP-AIS é retirado quando uma célula válida não AIS (por exemplo, uma célula de usuário ou uma célula de Verificação de Continuidade) for recebida. Se a Verificação de Continuidade não estiver ativada, o estado VP-AIS é também retirado no caso de ausência de célula VP-AIS por 2,5 segundos, com uma margem de +/- 0,5 segundos, conforme a Figura 29.

4.3.1.1.2 VP-RDI

Células de VP-RDI são enviadas para trás a partir do ponto de terminação da VPC assim que o estado VP-AIS for declarado neste ponto.

1. **De forma não intrusiva:** consideramos não haver influência no sequenciamento das células da VPC/VCC, nem inserção de retardos devido a monitoração executada.



NOTA: o estado VP-AIS só existe em um Ponto de Terminação de VPC

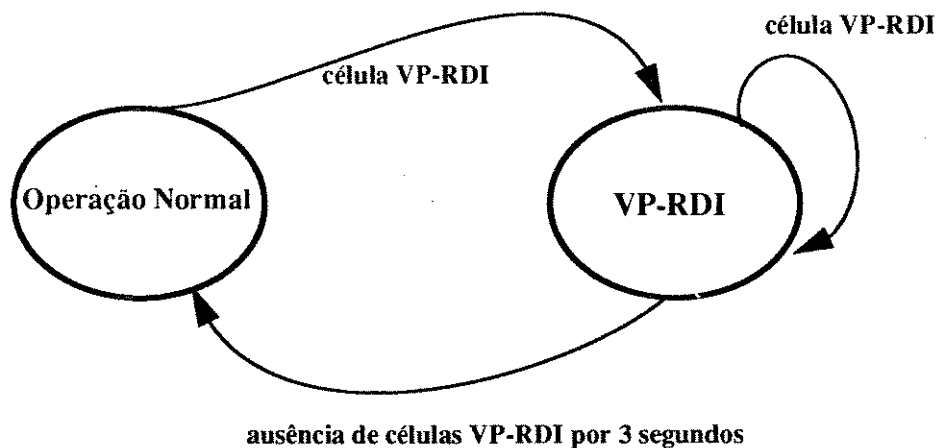
FIGURA 29. Diagrama de Estados para Monitoração de VP-AIS

- **Condição de geração de células VP-RDI:** células VP-RDI são geradas e transmitidas periodicamente enquanto o estado VP-AIS persistir para indicar uma interrupção na capacidade de transferência de células no nível de VP. A frequência de geração de células VP-RDI é nominalmente uma célula por segundo e será a mesma para toda VPC envolvida.

A geração de células VP-RDI deverá parar assim que o estado VP-AIS for liberado.

- **Condição de detecção de células de VP-RDI:** células de VP-RDI serão detectadas no ponto de terminação (*end-point*) da VPC e o estado VP-RDI é declarado após a recepção de uma célula de VP-RDI. Os pontos de conexão de VPC poderão monitorar as células de VP-RDI.

- **Condições de entrada e saída no estado VP-RDI:** o estado VP-RDI é declarado (entrada no estado) no ponto de terminação da VPC assim que uma célula VP-RDI for recebida neste ponto de terminação. O estado VP-RDI é retirado no ponto de terminação da VPC quando nenhuma célula de célula VP-RDI for recebida durante um período de 2,5 segundos, com uma margem de +/- 0,5 segundos, conforme a Figura 30.



NOTA: o estado VP-RDI só existe em um ponto de terminação de VPC

FIGURA 30. Diagrama de Estados para Monitoração de VP-RDI

4.3.1.2 Verificação de Continuidade de VPC

O propósito do mecanismo de Verificação de Continuidade é indicar para o ponto de terminação distante que a conexão está ativa, mesmo sem tráfego de dados do usuário transmitido recentemente. Quando o mecanismo estiver ativado em uma conexão, células de OAM de Gerenciamento de Falhas usando o tipo de função Verificação de Continuidade serão inseridas no ponto de origem da conexão em intervalos pré-definidos (uns poucos segundos), ou quando a conexão ficar inativa (*idle*) por um dado intervalo de tempo.

A Verificação de Continuidade (CC - *Continuity Check*) pode ser ativada simultaneamente a nível de segmento ou extremo-a-extremo em um certo número selecionado de VPCs por interface (UNI, NNI) em cada direção. A ativação poderá ser feita utilizando-se do mecanismo de ativação/desativação (células de OAM específicas) ou através de comandos do Plano de Gerência, executados na ativação da conexão ou a qualquer momento com a conexão ativada.

Existem duas alternativas de mecanismos para a inserção de células de Verificação de Continuidade, após a ativação, segundo [30] e [37]:

- i.) uma célula de Verificação de Continuidade é enviada no sentido do fluxo (para frente) do ponto origem da VPC ou ponto origem de segmento de VPC quando nenhuma célula de usuário for enviada por um período de 1 segundo.
- ii.) células de Verificação de Continuidade podem ser enviadas com periodicidade de 1 célula por segundo, independente do fluxo de células de usuário.

Quando o ponto de terminação de VPC não receber células de usuário ou de Verificação de Continuidade durante um intervalo de tempo de 3,5 segundos, com uma margem de +/- 0,5 segundos, declarará o estado VP-AIS e indicará o defeito de Perda de Continuidade (*Loss of Continuity* - LOC).

Para o caso de ponto de terminação de segmento de VP, durante o defeito LOC, para evitar duplicação de fluxo de células VP-AIS, não se deve inserir novas células VP-AIS se estas já estiverem sendo recebidas e enviadas para frente no fluxo.

4.3.1.3 Capacidade de Loopback de VP

4.3.1.3.1 Descrição Geral

A capacitação de *loopback* na Camada ATM permite que informações para operação sejam inseridas em um local de uma Conexão de Caminho Virtual e retornadas (*looped back*) em outro local, sem que a conexão seja colocada fora de serviço. Esta capacitação é executada de forma não intrusiva, inserindo uma célula de OAM em um ponto acessível ao longo da Conexão de Caminho Virtual (VPC), isto é, no ponto de terminação da conexão ou em algum outro ponto de conexão no sentido do fluxo (*para frente*), segundo uma instrução da Gerência de Planos, ou a informação contida no campo de informação da célula de Loopback, conforme Figura 12.

4.3.1.3.2 Princípios de Operação

- a. As células de *loopback* podem ser inseridas em um ponto de conexão, bem como em um ponto de terminação de conexão ou segmento. O ponto de conexão de VP que originou a célula de *loop* pode, opcionalmente, removê-la, após reconhecimento através dos campos da célula Tag de Correlação e do Campo de Identificação da Origem, conforme Figura 12.
- b. As células de OAM de *loopback* de segmento podem ser retornadas (*looped back*) em uma conexão, bem como em pontos de terminação de conexão ou segmento. O ponto de conexão de VP pode, opcionalmente, remover as células de OAM de *loopback* de segmento, depois de retorná-la (*looped back*). O uso do Identificador de Localização de Loopback (isto é, um identificador para endereçar um nó em particular onde o *loopback* deve ocorrer) para o caso do *loopback* de um ponto de conexão, é uma opção do operador de rede para células de *loopback* de segmento.

- c. O tempo entre sucessivas transmissões de células de *loopbacks* em uma conexão deve ser de 5 segundos. Deve ser considerado insucesso de *loopback* quando as células não retornarem ao ponto de origem em 5 segundos.
- d. Deve ser possível iniciar um *loopback* sem um comando de TMN, por exemplo, um usuário pode iniciar um *loopback* extremo-a-extremo (fim-a-fim). Isto não exclui o relatório de resultados de *loopback* para a TMN.
- e. Uma forma de confirmar que o *loopback* foi executado na Camada ATM e não na Camada Física é provida pela solicitação ao ponto de *loopback* para trocar o valor de um campo (**Campo de Indicação de Loopback**) dentro da carga útil (*payload*) da célula de *loopback*. Este princípio é ilustrado no Figura 31. O pedido para que o ponto de *loopback* troque a indicação de *loopback* também resolve o problema do *loopback* infinito, que de outra forma poderia ocorrer com o uso do valor padrão (todos 1's) para o Identificador de Localização de Loopback.
- f. Células de *loopback* extremo-a-extremo não podem ser retornadas (*looped back*) por pontos de conexão intermediários.

4.3.1.3.3 Aplicações de Loopback

A capacitação de *loopback* suporta as seguintes aplicações, conforme a Figura 32:

- a. **Loopback extremo-a-extremo:** uma célula de *loopback* extremo-a-extremo de VP é inserida por um ponto de terminação de VP e retornada (*looped back*) pelo correspondente ponto de terminação de conexão distante.
- b. **Loopback na linha de acesso:** uma célula de *loopback* de segmento de VP é inserida pelo usuário ou pela rede e retornada (*looped back*) pelo primeiro nó ATM na rede ou equipamento do usuário, respectivamente. Para esta aplicação, o segmento de VP é definido por acordo mútuo.

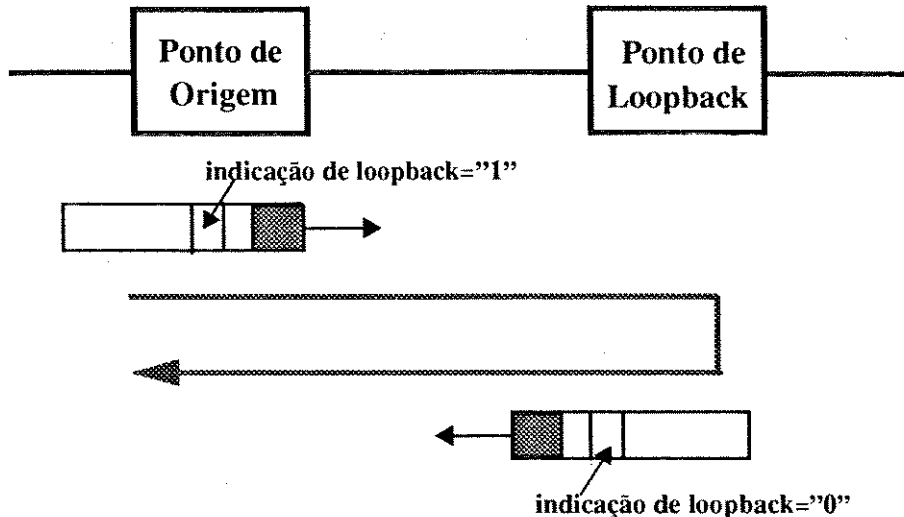


FIGURA 31. Função de Indicação de Loopback

- c. **Loopback inter-domínios:** uma célula de *loopback* de segmento de VP é inserida por uma operadora da rede e retornada (*looped back*) pelo primeiro nó ATM na rede adjacente ao domínio da operadora. Para esta aplicação, o segmento de VP é definido por acordo mútuo.
- d. **Loopback rede-ponto de terminação de conexão:** uma célula de *loopback* extremo-a-extremo de VP é inserida por uma operadora de rede e retornada (*looped back*) por um ponto de terminação de conexão de VP num outro domínio.
- e. **Loopback intra-domínio:** uma célula de *loopback* de segmento de VP é inserida por um ponto de terminação de conexão/ terminação de segmento de VP ou um ponto de conexão de VP e retornada (*looped back*) por um segmento de VP ou ponto de conexão de VP. Para esta aplicação, o uso do Identificador de Localização de Loopback é uma opção da operadora de rede.

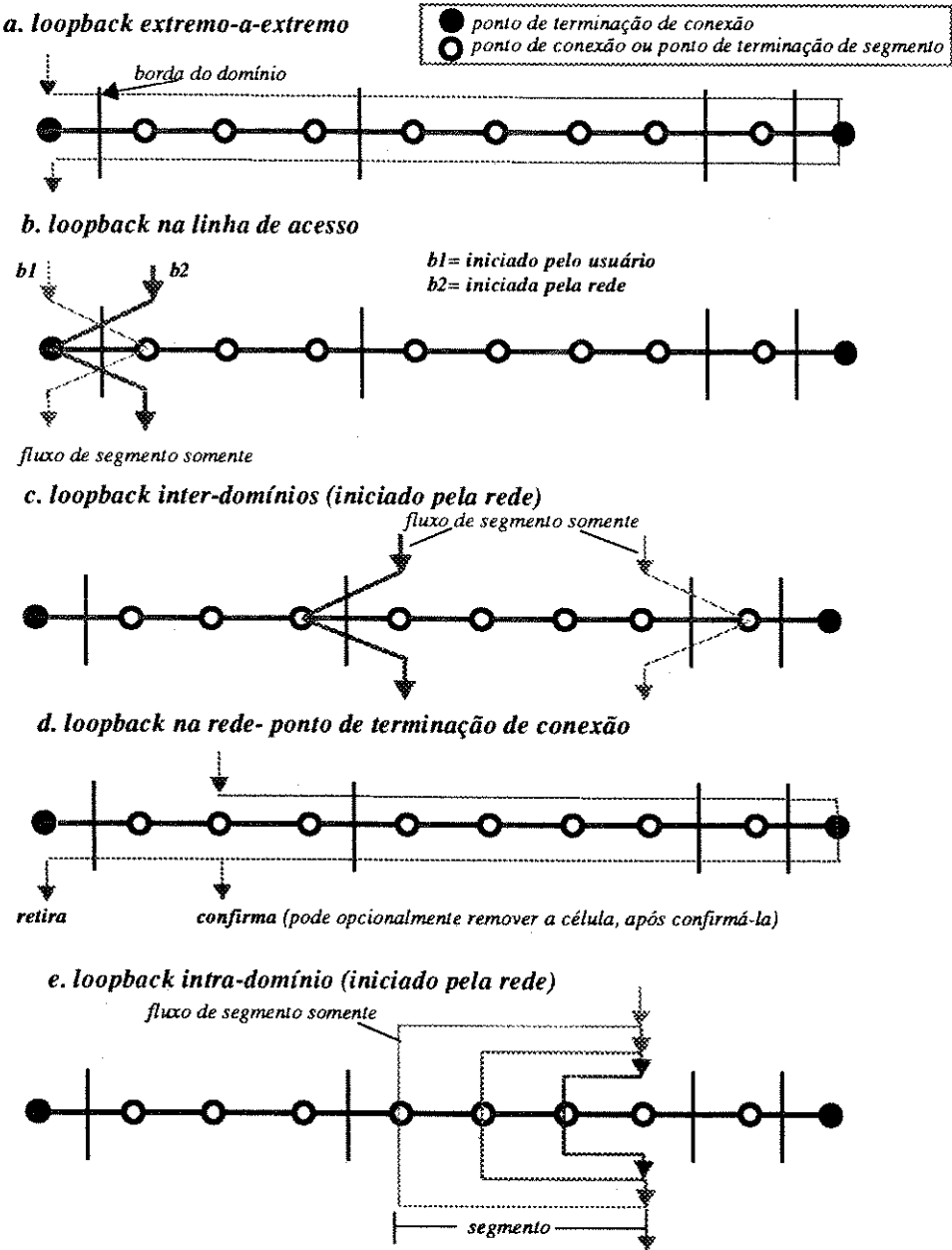


FIGURA 32. Aplicação de Loopback

4.3.2 Funções de Gerenciamento de Falhas de Canal Virtual

A seguir vamos apresentar as funções de gerenciamento de falhas que poderão ser usadas, sendo praticamente uma repetição das funções definidas para o Gerenciamento de Falhas de Caminho Virtual. Vale ressaltar que devido a quantidade de VCs envolvidos e a pequena duração das conexões no caso de conexões comutadas (SVC- *Switched Virtual Connection*), a ativação das funções de Gerenciamento de Falhas de Canal Virtual será comandada pelo Plano de Gerência e somente para algumas conexões VCC.

4.3.2.1 Indicação de Defeitos VC-AIS e VC-RDI

As transições de estado, fluxo de células VC-AIS e VC-RDI e temporizações para uma VCC com falha são as mesmas para VPs, exceto que a geração de indicações de defeitos para uma VCC somente são obrigatórias para PVCs (*Permanent Virtual Connection* - Conexões Virtuais Permanentes), segundo [37]. A propagação dos defeitos a nível de VPC e VCC pode ser vista na Figura 33.

Indicações de defeitos VC-AIS e VC-RDI poderão ser usados para identificar e relatar defeitos de VCC.

4.3.2.1.1 VC-AIS

Células de VC-AIS poderão ser geradas e enviadas no sentido do fluxo (para frente) para todas as VCCs ativas afetadas a partir do ponto de conexão de VCC (exemplo, em um cross-connect ATM) que detectou o defeito de VCC no nível de VC. Será enviada VC-AIS ao se receber uma indicação do defeito de Transmissão *path-AIS* da Camada Física, ou indicações de defeitos da Camada de VP (por exemplo VP-AIS ou continuidade de VPC) ou perda de continuidade da Camada de VC. As indicações de defeito de Transmissão *path-AIS*,

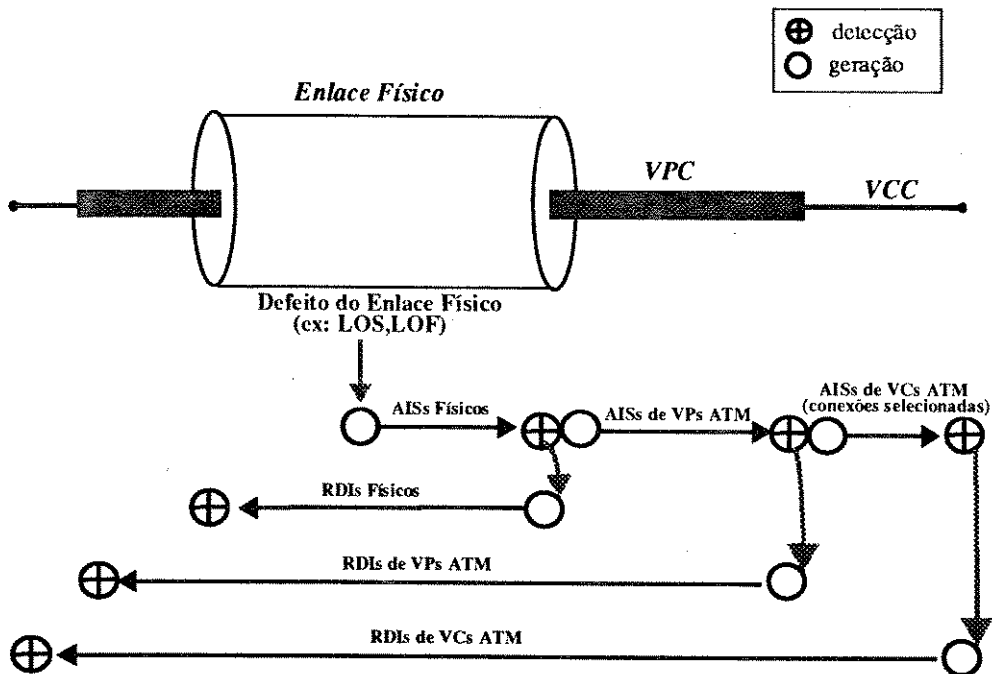


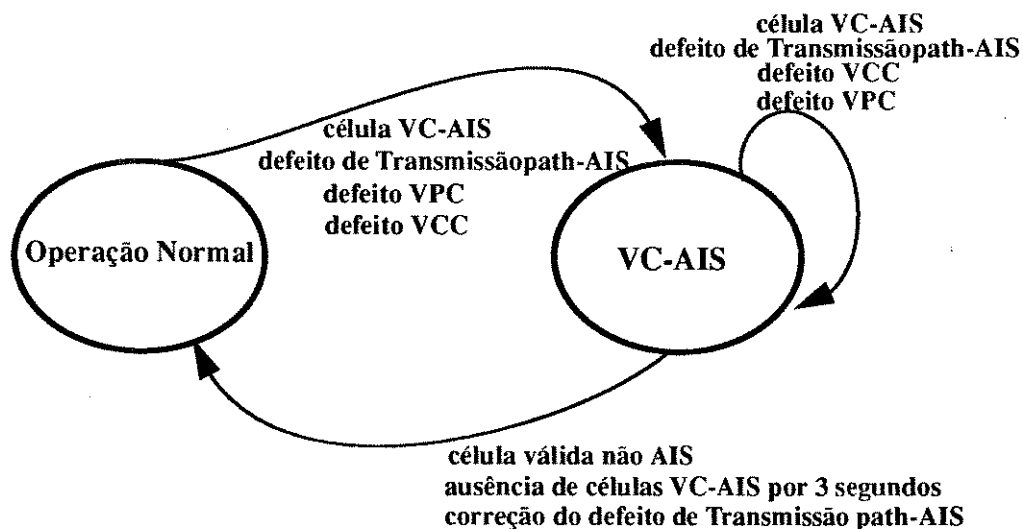
FIGURA 33. Propagação de Defeitos a Nível de VPC/VCC

conforme as Tabelas 2 e 3, resultam de defeitos observados nos níveis da Seção de Regeneração, da Seção Multiplex ou do Caminho de Transmissão.

- **Condição de geração de células de VC-AIS:** células de VC-AIS são geradas e transmitidas tão logo uma indicação de defeito tenha sido observada (recebida) e continuam a ser transmitidas periodicamente durante a permanência do defeito para indicar uma interrupção da capacidade de transferência de células no nível de VC. A frequência de geração de células VC-AIS é nominalmente uma célula por segundo e será a mesma para todas as VCC envolvidas.

A geração de células VC-AIS deverá parar assim que as indicações de defeitos (ex, defeito de Transmissão *path-AIS*, VP-AIS e continuidade de VPC) forem removidas.

- **Condição de detecção de células VC-AIS:** células de VC-AIS serão detectadas no ponto-de terminação (*end-point*) da VCC. Os pontos de conexão da VCC poderão monitorar as células de VC-AIS, de forma não intrusiva.
- **Condições de entrada e saída no estado VC-AIS:** o estado VC-AIS é declarado (entrada no estado) no ponto de terminação da VCC assim que uma célula de VC-AIS for recebida, ou houver detecção de um defeito de Transmissão path-AIS, de um defeito de VPC (por exemplo, perda de continuidade de VPC) ou um defeito de VCC (por exemplo, perda de continuidade de VCC) neste ponto de terminação. O estado VC-AIS é retirado quando uma célula válida não AIS (por exemplo, uma célula de usuário ou uma célula de Verificação de Continuidade) for recebida. Se a Verificação de Continuidade não estiver ativada, a ausência de células VC-AIS por 2,5 segundos, com margem de 0,5 segundos, também determinará a saída do estado VC-AIS, conforme a Figura 34.



NOTA: o estado VP-AIS só existe em um ponto de terminação de VCC

FIGURA 34. Diagrama de Estados para Monitoração de VC-AIS

4.3.2.1.2 VC-RDI

Células de VC-RDI serão enviadas para o outro ponto de terminação da VCC assim que o estado VC-AIS for considerado.

- **Condição de geração de células VC-RDI:** células VC-RDI são geradas e transmitidas periodicamente, enquanto o estado VC-AIS persistir para indicar para frente no fluxo uma interrupção na capacidade de transferência de células no nível de VC. A frequência de geração de células VC-RDI é nominalmente uma célula por segundo e será a mesma para todas as VCC envolvidas.

A geração de células VC-RDI deverá parar assim que o estado VC-AIS for liberado.

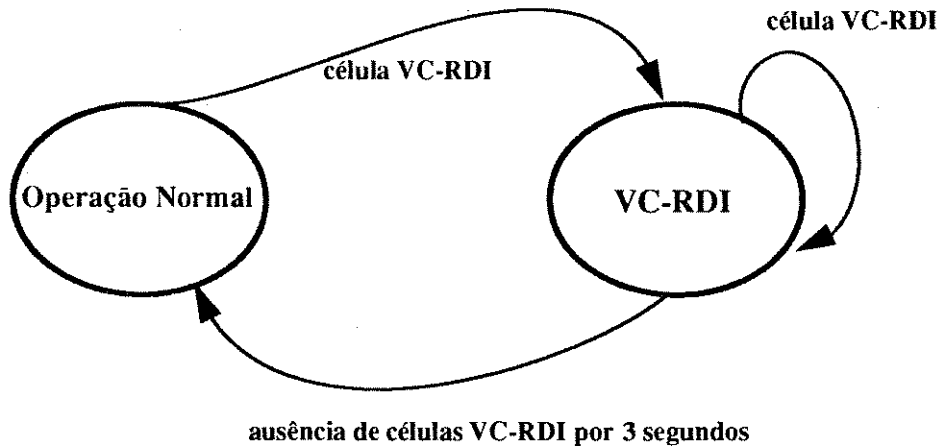
- **Condição de detecção de células de VC-RDI:** células de VC-RDI serão detectadas no ponto de terminação (*end-point*) da VCC. Os pontos de conexão de VCC poderão monitorar as células de VC-RDI.
- **Condições de entrada e saída no estado VC-RDI:** o estado VC-RDI é declarado (entrada no estado) no ponto de terminação da VCC assim que uma célula VC-RDI for recebida neste ponto de terminação. O estado VC-RDI é retirado no ponto de terminação da VCC quando nenhuma célula de célula VP-RDI for recebida durante um período de 2,5 segundos, com uma margem de 0,5 segundos, conforme a Figura 35.

4.3.2.2 Verificação de Continuidade de VCC

A Verificação de Continuidade (CC - *Continuity Check*) pode ser ativada simultaneamente a nível de segmento ou extremo-a-extremo em um certo número selecionado de VCCs por interface (UNI,NNI) em cada direção.

Existem duas alternativas de mecanismos para a inserção de células de Verificação de Continuidade, após a ativação:

- i.) uma célula de Verificação de Continuidade é enviada no sentido do fluxo (para frente) do ponto origem da VCC ou ponto origem de segmento de VCC quando nenhuma célula de usuário for enviada por um período de 1 segundo.



NOTA: o estado VC-RDI só existe em um ponto de terminação de VCC

FIGURA 35. Diagrama de Estados para Monitoração de VC-RDI

- ii.) células de Verificação de Continuidade podem ser enviadas com periodicidade de 1 célula por segundo, independente do fluxo de células de usuário.

Quando o ponto de terminação de VCC não receber células de usuário ou de Verificação de Continuidade durante um intervalo de tempo de 3,5 segundos, com uma margem de $\pm 0,5$ segundos, declarará o estado VC-AIS e indicará o defeito de Perda de Continuidade (*Loss of Continuity* - LOC).

Para o caso de ponto de terminação de segmento de VP, durante o defeito LOC, para evitar duplicação de fluxo de células VC-AIS, não se deve inserir novas células VC-AIS se estas já estiverem sendo recebidas e enviadas para frente no fluxo.

4.3.2.3 Capacidade de Loopback de VC

4.3.2.3.1 Descrição Geral

A capacitação de *loopback* na Camada ATM permite que informações para a operação sejam inseridas em um local de uma Conexão de Canal Virtual e retornadas (*looped back*) em outro local, sem que a conexão seja colocada fora de serviço. Esta capacitação é executada de forma não intrusiva, inserindo uma célula de OAM em um ponto acessível ao longo da Conexão de Canal Virtual (VCC), isto é, no ponto de terminação da conexão ou em algum outro ponto de conexão no sentido do fluxo (*para frente*), segundo instruções da Gerência de Planos, ou as informações contidas no campo de informação da célula de Loopback.

4.3.2.3.2 Princípios de Operação

- a. As células de *loopback* podem ser inseridas em um ponto de conexão, bem como, em um ponto de terminação de conexão ou segmento. O ponto de conexão de VC que originou a célula de *loop* pode, opcionalmente, removê-la, após reconhecimento através dos campos da célula Tag de Correlação e do Campo de Identificação da Origem, conforme Figura 12.
- b. As células de OAM de *loopback* de segmento podem ser retornadas (*looped back*) em uma conexão, bem como, em pontos de terminação de conexão ou segmento. O ponto de conexão de VC pode opcionalmente, remover as células de OAM de *loopback* de segmento, depois de retorná-la (*looped back*). O uso do Identificador de Localização de Loopback (isto é, um identificador para endereçar um nó em particular onde o *loopback* deve ocorrer) para o caso do *loopback* de um ponto de conexão, é uma opção do operador de rede para células de *loopback* de segmento.

- c. O tempo entre sucessivas transmissões de células de *loopbacks* em uma conexão deve ser de 5 segundos. Deve ser considerado insucesso de *loopback* quando as células não retornarem ao ponto de origem em 5 segundos.
- d. Deve ser possível iniciar um *loopback* sem um comando de TMN, por exemplo, um usuário pode iniciar um *loopback* extremo-a-extremo (fim-a-fim). Isto não exclui o relatório de resultados de *loopback* para a TMN.
- e. Uma forma de confirmar que o *loopback* foi executado na Camada ATM e não na Camada Física é provida pela solicitação ao ponto de *loopback* para trocar o valor de um campo (**Campo de Indicação de Loopback**) dentro da carga útil (*payload*) da célula de *loopback*. Este princípio é ilustrado no Figura 31. O pedido para que o ponto de *loopback* troque a indicação de *loopback* também resolve o problema do *loopback* infinito, que de outra forma poderia ocorrer com o uso do valor padrão (todos 1's) para o Identificador de Localização de Loopback.
- f. Células de *loopback* extremo-a-extremo não podem ser retornadas (*looped back*) por pontos de conexão intermediários.

4.3.2.3.3 Aplicações de Loopback

A capacitação de *loopback* suporta as seguintes aplicações, conforme a Figura 32:

- a. **Loopback extremo-a-extremo:** uma célula de *loopback* extremo-a-extremo de VC é inserida pelo ponto de terminação de VC e retornada (*looped back*) pelo correspondente ponto de terminação de conexão distante.
- b. **Loopback na linha de acesso:** uma célula de *loopback* de segmento de VC é inserida pelo usuário ou pela rede e retornada (*looped back*) pelo primeiro nó ATM na rede ou equipamento do usuário, respectivamente. Para esta aplicação, o segmento de VC é definido por acordo mútuo.

- c. **Loopback inter-domínios:** uma célula de *loopback* de segmento de VC é inserida por uma operadora da rede e retornada (*looped back*) pelo primeiro nó ATM na rede adjacente ao domínio da operadora. Para esta aplicação, o segmento de VC é definido por acordo mútuo.
- d. **Loopback rede-ponto de terminação de conexão:** uma célula de *loopback* extremo-a-extremo de VC é inserida por uma operadora de rede e retornada (*looped back*) por um ponto de terminação de conexão de VC num outro domínio.
- e. **Loopback intra-domínio:** uma célula de *loopback* de segmento de VC é inserida por um ponto de terminação de conexão/ terminação de segmento de VC ou um ponto de conexão de VC e retornada (*looped back*) por um segmento de VC ou ponto de conexão de VC. Para esta aplicação, o uso do Identificador de Localização de Loopback é uma opção da operadora de rede.

4.3.3 Função de Gerenciamento de Desempenho de Caminho Virtual

A Monitoração de Desempenho de uma VPC ou de um segmento de VPC é executada pela inserção de células de monitoração nas terminações de VPC ou segmento de VPC, respectivamente. No procedimento que suporta esta função, a informação de detecção de erro para frente (por exemplo, código de detecção de erros) é comunicada pelos pontos de terminação usando o fluxo F4 à frente (no sentido do fluxo). Os resultados da Monitoração de Desempenho, por outro lado, são recebidos no sentido contrário ao fluxo F4 (fluxo que chega). Quando as VPCs monitoradas estão inteiramente dentro de uma região (domínio) de controle ou quando se monitora segmentos de VPC, o resultado da monitoração deve ser reportado usando o fluxo F4 reverso ou outro meio qualquer (via TMN, por exemplo).

A Monitoração de Desempenho deve ser feita através da monitoração de blocos de células de usuário. A Tabela 7 fornece a lista de tipos de células que devem ser consideradas como “células de usuário” para a Monitoração de Desempenho de VP (isto é, células que devem fazer parte do bloco de células monitoradas a nível de VP).

Embora a Monitoração de Desempenho seja executada extremo-a-extremo ou a nível de segmento, é aconselhável que se assegure o correspondente mecanismo de Verificação de Continuidade ativado durante todo o período de avaliação do desempenho. Isto garante monitoração contínua da disponibilidade da conexão de VP, ou porção da conexão, durante o período de medição. A Verificação de Continuidade deve ser ativada antes ou quando se ativar o processo de Monitoração de Desempenho.

Um pedido de inserção de célula de Monitoração de Desempenho é iniciado após cada grupo de N células de usuário. A célula de monitoração é inserida na primeira janela temporal, após o pedido de monitoração.

O tamanho do bloco N pode ser 128, 256, 512 ou 1024. Estes são valores nominais de blocos e o tamanho real do bloco monitorado pode variar. Para a Monitoração de Desempenho extremo-a-extremo a primeira célula de monitoração deve ser inserida dentro do fluxo de células de usuário, não mais do que $N/2$ células após o pedido de inserção ter sido feito. O tamanho do bloco de células pode variar até um máximo de 50% do valor de N para a Monitoração de Desempenho extremo-a-extremo. Porém, a média do tamanho real do bloco de monitoração deve ser aproximadamente N células.

Para eliminar inserções forçadas quando se monitora desempenho de segmento de VPC, o tamanho real de bloco monitorado pode ser estendido até que uma célula livre esteja disponível, após a inserção do pedido. Porém, neste caso, o tamanho real do bloco de monitoração não deve estar fora da média de N células. A inserção forçada ao nível de segmento pode ser uma opção.

As células de monitoração irão detectar:

- blocos errados;
- perda ou inserções indevidas de células dentro de um bloco de células monitoradas;
- outras funções (por exemplo, tempo gasto na transferência da célula).

A Monitoração de Desempenho pode ser simultaneamente ativada num determinado número selecionado de VPCs por interface (UNI,NNI). O valor deste número, porém, ainda não está definido.

A Monitoração de Desempenho pode ser ativada no estabelecimento da conexão ou a qualquer hora após a conexão já ter sido estabelecida. Degradação na Qualidade de Serviço experimentada pelo usuário pela ativação/desativação deve ser desprezível se os recursos foram alocados de forma apropriada.

A ativação (desativação) pode ser executada pela TMN ou pelo usuário final e será descrita a seguir. Após a ativação da Monitoração de Desempenho a primeira célula transmitida de monitoração será usada somente para a iniciação e não para a atualização dos parâmetros de desempenho.

4.3.4 Função de Gerenciamento de Desempenho de Canal Virtual

A Monitoração de Desempenho de uma VCC ou de um segmento de VCC é executada pela inserção de células de monitoração nas terminações de VCC ou segmento de VPC, respectivamente. No procedimento que suporta esta função, a informação de detecção de erro para frente (por exemplo, código de detecção de erros) é comunicada pelos pontos de terminação usando o fluxo F5 à frente (no sentido do fluxo). Os resultados da Monitoração de Desempenho, por outro lado, são recebidos no sentido contrário ao fluxo F5 (fluxo que chega). Quando as VCCs monitoradas estão inteiramente dentro de uma

região (domínio) de controle ou quando se monitora segmentos de VCC, o resultado da monitoração deve ser reportado usando o fluxo F5 reverso ou outro meio qualquer (via TMN, por exemplo).

A Monitoração de Desempenho deve ser feita através da monitoração de blocos de células de usuário. A Tabela 7 fornece a lista de tipos de células que devem ser consideradas como “células de usuário” para a Monitoração de Desempenho de VC (isto é, células que devem fazer parte do bloco de células monitoradas a nível de VC).

Embora a Monitoração de Desempenho seja executada extremo-a-extremo ou a nível de segmento, é aconselhável que se assegure o correspondente mecanismo de Verificação de Continuidade ativado durante todo o período de avaliação do desempenho. Isto garante monitoração contínua da disponibilidade da conexão de VC, ou porção da conexão, durante o período de medição. A Verificação de Continuidade deve ser ativada antes ou quando se ativar o processo de Monitoração de Desempenho.

Um pedido de inserção de célula de Monitoração de Desempenho é iniciado após cada grupo de N células de usuário. A célula de monitoração é inserida na primeira janela temporal, após o pedido de monitoração.

O tamanho do bloco N pode ser 128, 256, 512 ou 1024. Estes são valores nominais de blocos e o tamanho real do bloco monitorado pode variar. Para a Monitoração de Desempenho extremo-a-extremo a primeira célula de monitoração deve ser inserida dentro do fluxo de células de usuário, não mais do que $N/2$ células após o pedido de inserção ter sido feito. O tamanho do bloco de células pode variar até um máximo de 50% do valor de N para a Monitoração de Desempenho extremo-a-extremo. Porém, a média do tamanho real do bloco de monitoração deve ser aproximadamente N células.

Para eliminar inserções forçadas quando se monitora desempenho de segmento de VCC, o tamanho real de bloco monitorado pode ser estendido até que uma célula livre esteja disponível, após a inserção do pedido. Porém, neste caso, o tamanho real do bloco de monitoração não deve estar fora da média de N células. A inserção forçada ao nível de segmento pode ser uma opção.

As células de monitoração irão detectar:

- blocos errados;
- perda ou inserções indevidas de células dentro de um bloco de células monitoradas;
- outras funções (por exemplo, tempo gasto na transferência da célula).

A Monitoração de Desempenho pode ser simultaneamente ativada num determinado número selecionado de VCCs por interface (UNI,NNI). O valor deste número, porém, ainda não está definido.

A Monitoração de Desempenho pode ser ativada no estabelecimento da conexão ou a qualquer hora após a conexão já ter sido estabelecida. A degradação na Qualidade de Serviço experimentada pelo usuário pela ativação/desativação deve ser desprezível se os recursos foram alocados de forma apropriada.

A ativação (desativação) pode ser executada pela TMN ou pelo usuário final e será descrita no item 4.3.7. Após a ativação da Monitoração de Desempenho a primeira célula de monitoração recebida será usada somente para a iniciação e não para a atualização dos parâmetros de desempenho.

4.3.5 Gerenciamento de Sistema através de VP

O tipo de célula de OAM de Gerenciamento de Sistema através de VP é definido para uso de sistemas para controlar e manter várias funções no nível da Camada de VP. São células do tipo extremo-a-extremo. Estas células são

inseridas/extraídas e processadas somente no equipamento do usuário final que termina a correspondente VPC; são transportadas de forma transparente para a VPC.

As células de OAM de Gerenciamento de Sistema através de VP não são definidas entre nós da rede ou entre usuário final e nó da rede.

Nenhum fluxo de segmento para este tipo de células está definido, assim, células de OAM de segmento com este tipo de célula podem ser usadas pelo elemento equipamento de rede para funções internas (isto é, esta célula não atravessa a interface externa).

A implementação pelo equipamento do usuário final de células de OAM de Gerenciamento de Sistema é opcional e não é recomendada, exceto para aplicações específicas que não puderem ser satisfeitas por outros mecanismos.

4.3.6 Gerenciamento de Sistema através de VC

O tipo de célula de OAM de Gerenciamento de Sistema através de VC é definido para uso de sistemas para controlar e manter várias funções no nível da Camada de VC. São células do tipo extremo-a-extremo. Estas células são inseridas/extraídas e processadas somente no equipamento do usuário final que termina a correspondente VCC; são transportadas de forma transparente para a VCC.

As células de OAM de Gerenciamento de Sistema através de VC não são definidas entre nós da rede ou entre usuário final e nó da rede.

Nenhum fluxo de segmento para este tipo de células está definido, assim, células de OAM de segmento com este tipo de célula podem ser usadas pelo elemento equipamento de rede para funções internas (isto é, esta célula não atravessa a interface externa).

A implementação pelo equipamento do usuário final de células de OAM de Gerenciamento de Sistema é opcional e não é recomendada, exceto para aplicações específicas que não puderem ser satisfeitas por outros mecanismos.

4.3.7 Procedimentos para Ativação/Desativação de Monitoração de Desempenho e Verificação de Continuidade

Os seguintes procedimentos são idênticos tanto a nível de VP quanto de VC.

Monitoração de Desempenho e Verificação de Continuidade podem ser ativadas durante o estabelecimento da conexão/segmento ou em qualquer momento após ter sido concluída esta conexão. Esta ativação (e desativação associada) é iniciada pela TMN ou pelo usuário final.

Após o pedido de ativação/desativação de Monitoração de Desempenho ou Verificação de Continuidade, é necessário um procedimento de iniciação entre os dois pontos de terminação da conexão (ou segmento de conexão) para uma iniciação correta do processo de OAM. Este procedimento serve para os seguintes propósitos:

- i.) coordenar o início e o término da transmissão e recepção de células de OAM usadas para monitorar o desempenho ou verificar a continuidade;
- ii.) definir um tamanho de bloco e direção de transmissão para iniciar e terminar a monitoração, no caso de Monitoração de Desempenho.

Este procedimento de iniciação é executado usando células de OAM de ativação/desativação de Monitoração de Desempenho, como ilustrado na Figura 7, tanto para Ativação como para Desativação; ou inteiramente via TMN.

Quando Monitoração de Desempenho e Verificação de Continuidade forem estabelecidas numa conexão ou em um segmento de conexão com pontos de terminação inteiramente contidos em um único domínio de administração, a função de OAM de ativação/desativação pode ser inteiramente suportada pela TMN. Neste caso, as seguintes informações são necessárias da TMN:

- a. identificação da conexão/segmento de conexão específica na qual a ativação/desativação de Monitoração de Desempenho ou Verificação de Continuidade é requerida;
- b. a direção da ação;
- c. para o pedido de ativação de Monitoração de Desempenho, um (e somente um) tamanho de bloco deve ser especificado para a direção para frente no fluxo. Nenhum tamanho de bloco é relatado no sentido inverso do fluxo (para trás).

Quando a conexão/segmento de conexão atravessar os limites da administração, a ativação/desativação de Monitoração de Desempenho ou Verificação de Continuidade pode, em casos especiais, ser inteiramente suportada pela TMN. Isto entretanto, requer coordenação pela TMN e acordo entre provedores de rede e usuários finais.

Nos dois casos acima, a TMN é responsável pela coordenação das atividades. Portanto, é necessário que as ações sejam completadas em uma direção por vez.

Foram definidos os seguintes estados para ativação/desativação de Monitoração de Desempenho, gerando o diagrama de estados da Figura 36:

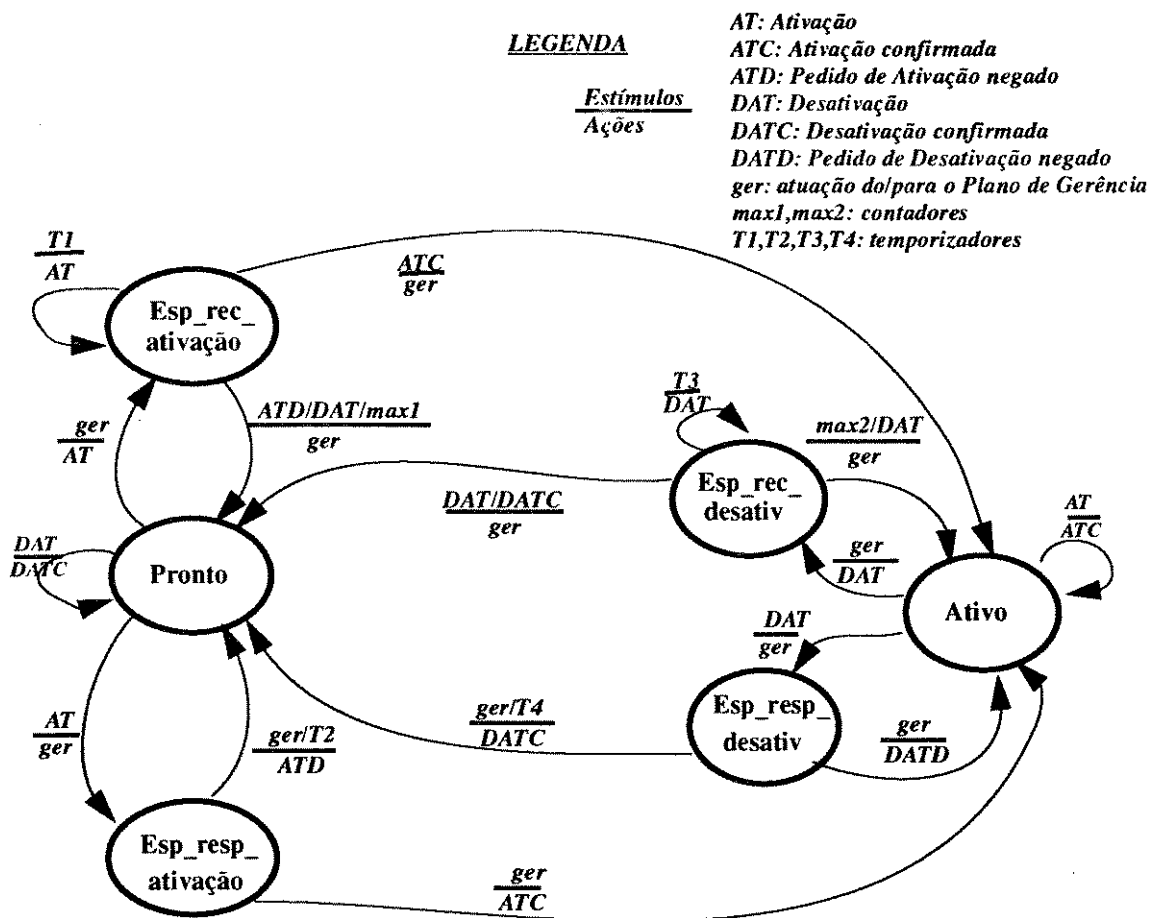


FIGURA 36. Diagrama de Estados para Ativação/Desativação de Monitoração de Desempenho

- a. **Pronto:** neste estado não existe atividade relacionada com Monitoração de Desempenho;
- b. **Esp_rec_ativação:** esperando por reconhecimento da Gerência de Camada da entidade destino, após ter sido enviada uma mensagem “Ativação de Monitoração de Desempenho” (conforme Figura 14). Este não é um estado final. Somente existe no sistema terminal que originou a ação;
- c. **Esp_resp_ativação:** esperando por resposta da Gerência de Planos, após ter sido recebida uma mensagem “Ativação de Monitoração de Desempenho” (conforme Figura 14). Este não é um estado final. Somente existe no sistema terminal destino da ação;
- d. **Ativo:** neste estado, o processo executa funções relacionadas com a Monitoração de Desempenho;
- e. **Esp_rec_desativ:** esperando por reconhecimento da Camada de Gerência da entidade destino, após ter sido enviada uma mensagem “Desativação de Monitoração de Desempenho” (conforme Figura 14). Este não é um estado final. Somente existe no sistema terminal que originou a ação;
- f. **Esp_resp_desativ:** esperando por resposta da Gerência de Planos, após ter sido recebida uma mensagem “Desativação de Monitoração de Desempenho” (conforme Figura 14). Este não é um estado final. Somente existe no sistema terminal destino da ação.

Como exemplo da nomenclatura deste diagrama (Figura 36), vamos analisar o procedimento de Ativação, solicitado por gerência:

- i.) no estado **Pronto**, um pedido de gerência para Ativação de Monitoração de Desempenho ou Verificação de Continuidade deverá gerar uma célula de OAM de Ativação, com os campos apropriadamente preenchidos para o ponto de conexão destino; isto causa a passagem para o estado **Esp_rec_ativação**;

- ii.) no estado **Esp_rec_ativação**, o estouro de uma temporização **T1** causa o reenvio de célula de OAM de Ativação, com os campos apropriadamente preenchidos para o ponto de conexão destino;
- iii.) no estado **Esp_rec_ativação**, a chegada de uma negação ao pedido de Ativação pelo ponto de conexão destino, ou Desativação ou ainda a falta de resposta do ponto de conexão destino após **max1** tentativas de envio de célula de OAM de Ativação deverá gerar indicação para a gerência e um retorno ao estado **Pronto**;
- iv.) no estado **Esp_rec_ativação**, a chegada de uma confirmação do pedido de Ativação deverá gerar indicação para a gerência e a passagem para o estado **Ativo**, onde a função de Monitoração de Desempenho ou Verificação de Continuidade deverá ser executada.

4.4 Modelamento do Sistema de Gerenciamento para Atender as Necessidades de OAM do Sistema Proposto

Vamos considerar na construção do modelo apenas as características da Entidade ATMM, conforme a Figura 19. Vamos desenvolver a Entidade ATM somente como função de transporte (evidenciamos porém, a extração de células de OAM).

Através da Gerência de Planos, os comandos de operação do equipamento, de Gerência de Rede e indicações de falhas e ações decorrentes de falhas da Camada Física são entregues para a entidade ATMM. Esta deve reagir apropriadamente. Esta estruturação pode ser vista na Figura 37.

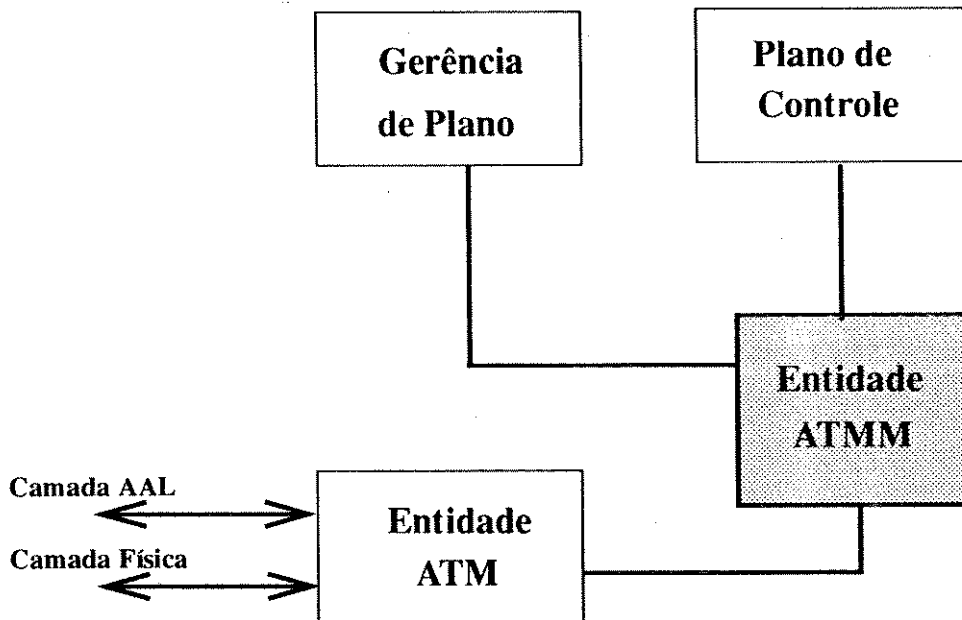


FIGURA 37. Estrutura do Sistema, enfatizando a Entidade ATMM

A Entidade ATMM pode ser dividida em 4 grandes grupos, distribuindo as diversas funções de OAM transportadas (Figura 38):

- Gerência da Camada de VP
- Gerência da Camada de VC
- Gerência de Recursos
- Gerência de Meta-sinalização.

O tratamento de células de Gerência de Recursos e Meta-sinalização não é contemplado nas especificações e padronizações e vamos considerá-lo como sendo executado por um Plano de Controle. Esta porém não será uma restrição ao modelo, pois estas funções estão intimamente ligadas às funções deste plano, sendo o repasse via Entidade ATMM portanto natural.

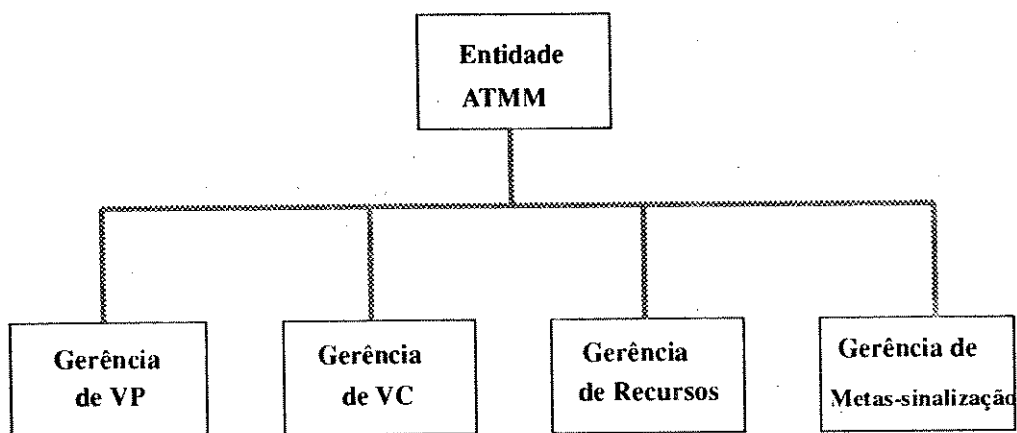


FIGURA 38. Funções de Gerência da Camada ATM (Entidade ATMM)

Para as células de Gerência de VPs e VCs vamos utilizar o modelo clássico de TMN para agrupar as funcionalidades, conforme a Figura 39:

- **Funções de Desempenho:** ativação/desativação e execução de procedimentos para obtenção de parâmetros de desempenho;
- **Funções de Falhas:** tratamento de falhas AIS e RDI, Loopback e Verificação de Continuidade, além de procedimentos de ativação/desativação;
- **Funções de Configuração:** relacionadas também com o provisionamento da rede/equipamentos no nível de VPs e VCs;
- **Funções de Tarificação:** repasse das informações obtidas da Entidade ATM para a Gerência de Planos;
- **Funções de Segurança:** testes de viabilidade/disponibilidade para execução de ações.

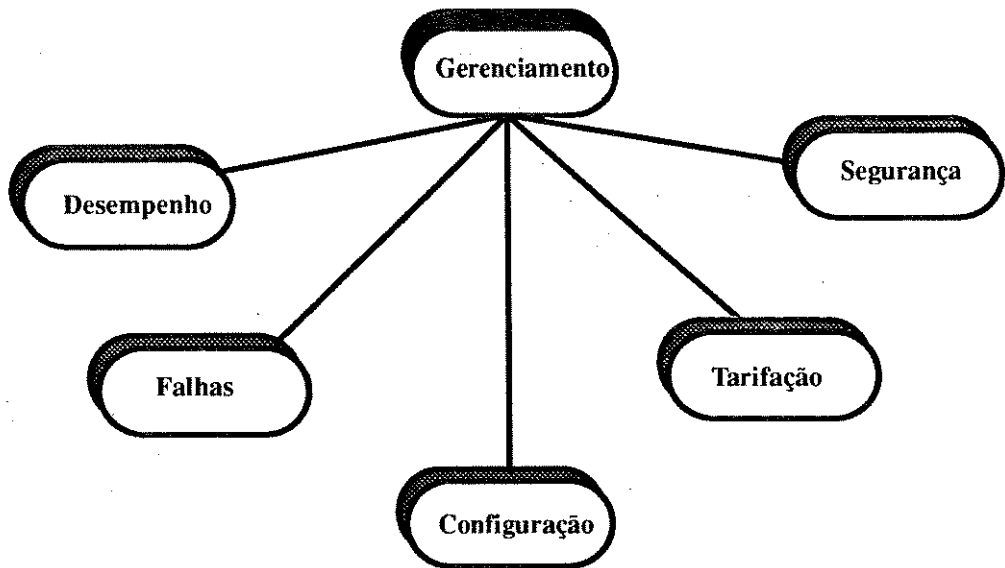


FIGURA 39. Modelo de Gerenciamento Segundo as Recomendações de TMN

Outro parâmetro considerado no modelamento está relacionado com a funcionalidade do ponto de conexão na rede e características da conexão, definindo as ações a serem executadas em cada função:

- a. ponto origem de conexão/segmento;
- b. ponto intermediário de conexão;
- c. ponto destino/terminação de conexão/segmento;
- d. SVC e PVC (conexão comutada e permanente).

Os parâmetros necessários para tomada de decisões quanto ao tipo de conexão e ponto de rede relativo a conexão, deverão ser fornecidos pela Gerência de Rede ou Equipamento, via o Plano de Gerência. A atuação da Entidade ATM também deverá seguir estas orientações para, por exemplo, extrair/copiar células de OAM.

Por uma questão de agilidade, evitando-se redundância na análise e também considerando uma tendência internacional, demonstrada nas Referências [41] até [68], relacionada com o Gerenciamento de VPs na rede pública, delegando o Gerenciamento de VCs para o usuário, vamos sistematizar o modelo somente para tópicos envolvendo VPs. Porém, a análise formal realizada é genérica, prevendo a inserção, com facilidade, de todos os tópicos até agora visualizados, tanto para VPs como para VCs.

4.4.1 Procedimentos de Tratamento de Falhas e Defeitos AIS e RDI

- Após detectar um defeito afetando uma VPC (por exemplo, LCD - *Loss of Cell Delineation*) em algum ponto diferente do ponto de terminação, o Elemento de Rede ATM deve inserir células de OAM de Gerenciamento de Falha com o tipo de função AIS no fluxo de células da VPC, a uma taxa de 1 célula por segundo. O Elemento de Rede ATM deverá inserir a primeira célula AIS de VP em cada conexão VP em um tempo menor que 500 ms após a indicação do defeito; e continuará enviando células AIS de VP a uma taxa de 1 célula por segundo até que o estado de falha do Elemento de Rede ATM seja retirado. Este limite superior de 500 ms é necessário para suportar os canais de sinalização e prover tempos de detecção de defeitos de canais de sinalização que são comparáveis aos obtidos atualmente. Isto é, portanto, uma restrição ao desempenho da máquina que implementar a função.
- Quando um ponto de terminação VPC entra no estado AIS (isto é, recebe células AIS) ou no estado de falha (isto é, detecta ou é alertado de um defeito ATM), o Elemento de Rede ATM deve inserir células de OAM de Gerenciamento de Falhas, com o tipo de função RDI, no fluxo de células da VPC a uma taxa de 1 célula por segundo para trás no fluxo. A primeira célula RDI deverá ser enviada dentro de 500 ms da declaração do estado de AIS ou falha (ver Figura 28). Sairá do estado AIS quando nenhuma célula AIS for recebida por um período de tempo determinado (por exemplo 3.5 ± 0.5 seg) ou até que uma célula válida, não AIS, seja recebida. Sairá do estado de falha quando o defeito/falha no Elemento de Rede ATM desaparecer.

- Quando um Elemento de Rede ATM recebe células RDI em um ponto de terminação de VPC que não esteja em estado de falha, o ponto de terminação de VPC no Elemento de Rede ATM entrará no estado RDI. Sairá deste estado quando não receber células RDI por 3.5 ± 0.5 seg, como exemplo de temporizador.
- Quando defeitos AIS e RDI persistirem e se tornarem falhas, indicações devem ser enviadas para o Sistema de Gerências.
- Um Elemento de Rede ATM deverá gerar um “log” de todos os alarmes detectados: os detectados localmente e aqueles inferidos das indicações de defeitos.

4.4.2 Procedimentos de Verificação de Continuidade

- **Transmissão:** o ponto de transmissão (origem) verifica a cada T_s segundos se pelo menos uma célula (de qualquer tipo) foi enviada na conexão que tem a função de Verificação de Continuidade ativada. Se nenhuma célula foi transmitida então uma célula de OAM com a função de Verificação de Continuidade é inserida. Assim, quando uma célula de OAM de Verificação de Continuidade é enviada, a conexão/segmento ficou inativa por um período t , onde:

$$T_s < t < 2 T_s.$$

Por uma questão de otimização do sistema, optou-se pela não implementação da transmissão periódica de células de OAM de Verificação de Continuidade, como mencionado no Item i de 4.3.1.2.

- **Recepção:** se nenhuma célula for recebida em um período de T_r segundos, $T_r > 2T_s$, um defeito é declarado e um VP/VC RDI é transmitido para trás na conexão. Se o defeito persistir por 3 segundos, uma falha é declarada e um alarme (notificação de falha) é enviado para a Gerência de Planos.

Não existe um consenso em [30], [37] e [38] quanto aos valores de T_s e T_r . Assim, arbitramos $T_s = 1$ seg e $T_r = 4$ seg para a implementação, respeitando os limites de todas as recomendações.

Pontos intermediários de conexão podem verificar a continuidade de VP/VC e gerar VP/VC AIS, respectivamente. Entretanto, não consideramos esta

possibilidade na implementação pois as ações a serem tomadas se centralizariam na Gerência de Planos.

Capítulo 5 Implementação de OAM na Camada ATM - Uma Proposta de Modelamento

Neste capítulo desenvolvemos um modelo para o sistema de tratamento de OAM da Camada ATM. Este modelo foi implementado em Linguagem SDL (definida em [41] e [42] e resumidamente descrita no Anexo C). Na especificação do modelo partimos do serviço básico a ser executado pela Camada (o serviço de transporte de informação de usuário) e acrescentamos as funcionalidades já discutidas no Capítulo 4.

5.1 Funcionalidades da Camada ATM

A operação do protocolo da Camada ATM pode ser descrita em termos das funções que são executadas, conforme a Figura 40.

- a. Encapsulamento e extração de SDUs ATM:** o protocolo da Camada ATM provê a transferência de SDUs ATM entre 2 ou mais usuários de Camada ATM. Para oferecer este serviço, a Entidade ATM no sistema origem encapsula uma SDU ATM em uma PDU ATM. Uma Entidade ATM

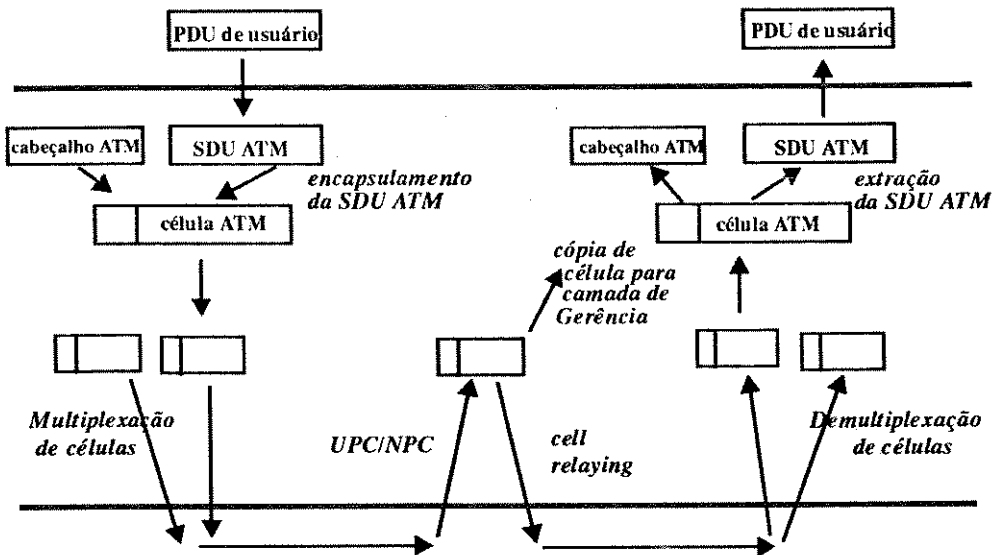


FIGURA 40. Funções de Protocolo da Camada ATM

no sistema terminal extrai a SDU ATM, o tipo de SDU, a indicação de congestionamento e a prioridade recebida na PDU ATM e entrega ao usuário correspondente da Camada ATM;

- b. **Multiplexação e retransmissão de célula:** a Entidade ATM executa a multiplexação e retransmissão de célula para prover a transferência de células extremo-a-extremo, podendo “modelar” (*shape*) o tráfego para garantir que o tráfego enviado fique de acordo com o negociado. Entidades ATM podem marcar as PDUs ATM recebidas para indicar às Entidades ATM nos sistemas de destino se houve ou não congestionamento ao longo do caminho;
- c. **UPC/NPC:** estas funções monitoram uma conexão para verificar a conformidade do tráfego com os parâmetros negociados. As células identificadas fora “desta conformidade” serão descartadas. A função UPC/NPC pode

mudar o campo CLP de 0 para 1 se uma célula com CLP=0 estiver fora “desta conformidade” no fluxo de células com CLP=0. A operação das funções UPC/NPC não devem violar a QoS definida para a conexão;

- d. **Cópia de células:** Entidades ATM podem copiar a carga útil das células recebidas (do usuário da Camada ATM ou de Entidades ATM correspondentes) e enviá-las para a Entidade ATMM para permitir Monitoração de Desempenho da Entidade ATMM.
- e. **Ativação e remoção de conexões:** como parte do estabelecimento e término de conexões, cada Entidade ATM deve ser capaz de ativar e remover as associações locais correspondentes a uma conexão, bem como atualizar os parâmetros destas.

Para a execução das funções são definidas primitivas para comunicação entre as diversas camadas de protocolo envolvidas na transmissão/recepção da informação - através dos SAPs (*Service Access Point*). Utilizando esta estrutura de comunicação, definida no documento de protocolo ATM, Referência [21], e utilizando também uma proposta feita pelo Bellcore ([38]), definimos um conjunto de primitivas para o modelo que especificamos (ver item 5.3).

5.2 Descrição das Entidades Envolvidas no Modelo

A partir do Modelo Hierárquico para o Plano de Gerência proposto, Figura 26, e das funcionalidades da Camada ATM especificadas, estruturamos uma proposta de modelo para a implementação desta camada, enfatizando as funções de OAM e o interrelacionamento entre as entidades envolvidas, Figuras 20 e 37.

Esta proposta não pretende, entretanto, ser completa nem definir totalmente a implementação. Fazemos um esboço geral do sistema, fornecendo uma solução para os primeiros problemas a serem encontrados. A complexidade de um sistema semelhante, em análise de equipamentos de telecomunicações, nor-

malmente é imensa e demanda o investimento de muitos *homem x ano* para a sua conclusão e não poderia ser a meta final deste trabalho.

Assim, nos ateremos a especificação sistêmica da camada, desenvolvendo mais detalhadamente apenas dois algoritmos da Entidade ATMM, para o caso de Gerenciamento de Falhas de VPs.

Como não poderíamos deixar de considerar, a futura máquina física (equipamento de rede que suportará estas funções) poderá limitar a implementação. Poderemos ter restrições de desempenho que deverão ser analisadas e que influenciarão com certeza, o modelo. Levaremos em consideração em nossa análise algumas destas restrições.

O modelo está desenvolvido no Anexo A, onde são mostrados o Sistema como um todo, seu particionamento em Processos e Procedimentos e os algoritmos associados, implementados em SDL. Consideramos os aspectos de gerenciamento até agora discutidos para a Camada ATM de protocolo. Analisamos sistemicamente as necessidades e procuramos antever os problemas de gerenciamento nos diversos processos: procuramos realizar nesta engenharia de software uma análise estruturada do sistema, facilitando a atualização/manutenção dos processos e procedimentos previstos.

5.2.1 Vínculos de Projeto

- Consideramos 3 entidades diretamente envolvidas numa análise de OAM da Camada ATM: entidade tratadora de protocolo ATM (Entidade ATM), entidade de gerência das funções da Camada ATM (Entidade ATMM) e a entidade a que chamaremos de Gerência do Sistema Local, responsável pelas funções de Gerência de Planos relativas a Camada ATM (ver página A-5 do Anexo A);
- A Gerência de Planos, com sua funcionalidade integradora do equipamento e interface com a Gerência de Rede apresenta características que podem ser melhor resolvidas e analisadas localmente. Por esse motivo, distribuímos as suas funções nos diversos subsistemas - podemos chamar assim - que concentram conhecimentos específicos e podem

tomar decisões mais rapidamente. Seguimos a hierarquia de gerenciamento proposta na Figura 26, e definimos armazenamento e “log file” (histórico) locais das ações/alarmes tomados/comandados;

- Atualmente a Entidade ATM, no que se refere ao protocolo ATM, está quase que totalmente implementada em *hardware*, já disponível comercialmente. Esta poderá ser a tendência para a Entidade ATMM. Assim, resolvemos definir algoritmos simples, distribuídos e dedicados ao tratamento individual de cada conexão, ao invés de optar por ações centralizadas, tratando grupos de conexões;
- Este modelo se caracteriza pela Entidade ATMM. As demais entidades envolvidas servirão apenas como suporte às funcionalidades desta;
- Consideramos também um SAP-PHY único. Assim não diferenciamos, neste momento, as diversas interfaces físicas que transportam as PDUs ATM.

5.2.2 Entidade ATM

Esta entidade é responsável pela realização do protocolo de comunicação com a Camada Física e com as camadas mais altas (por exemplo, com a Camada de Adaptação), garantindo a entrega somente de células recebidas corretas. Também realiza a extração de células de OAM dos Fluxos F4 e F5, de células de Gerenciamento de Recursos e de células de Meta-sinalização e as encaminha para tratamento pela Entidade ATMM (ver página A-51 do Anexo A).

Não foi alvo deste trabalho definir como esta extração de células de OAM, não intrusiva, ocorre. Também não consideramos a cópia de células de OAM em pontos intermediários da conexão, somente em pontos origem e término de conexão e término de segmento de conexão, realizada pelo *hardware*.

Consideramos a ativação das conexões executadas pelo recebimento da primeira célula a ser transmitida para a camada de mais alto nível ou recebida da rede, embora na prática deva existir um procedimento de ativação comandado pelo Plano de Gerência. Esta simplificação não restringe a Entidade ATMM, pois a Entidade ATM executará as suas funções de extração de células

de OAM, de Meta-sinalização e de Gerenciamento de Recursos independentemente do conhecimento das conexões ativadas - isto somente é válido no nosso modelo devido as simplificações inseridas que minimizam a análise na Entidade ATM.

Considerando apenas o tratamento de VPs, numa primeira instância, a Entidade ATM realiza então o tratamento e redirecionamento de sinais vindos das camadas Física, de Adaptação e da Entidade ATMM, além da ativação de ações resultantes da interação local com esta entidade (por exemplo, a indicação de que foi recebida célula correta, num período de tempo, pela interface com a Camada Física ou de Adaptação).

Assim foi criado o processo:

- **ATM_Distribui:** responsável pela análise das células recebidos da Camada Física, das PDU recebidas da Camada AAL e reencaminhamento para o tratamento pela Entidade/Camada apropriada (ver página A-52 do Anexo A). Além disso realiza a execução de ações solicitadas pela Entidade ATMM, como o aviso de fluxo de dados de usuário, por conexão, no sentido Camada Física-Camada AAL e vice-versa, como auxílio na manutenção do equipamento.

5.2.3 Entidade de Gerência do Sistema Local

Esta entidade é responsável pelas ações de gerenciamento da Camada ATM, no modelo hierárquico de gerência proposto, devendo responder à Gerência do Equipamento e da Rede, ativando conexões e tratamentos de OAM e armazenando informações de alterações de configuração/falhas/alarmes locais, para consultas/reestabelecimentos que possam ocorrer (ver página A-57 do Anexo A).

O tratamento dado a esta entidade foi muito simples: como ainda não temos disponível o Modelo de Informação de ATM para TMN, definimos uma interação de pouca complexidade com a Gerência de Planos, considerando

apenas as ações básicas a serem tomadas: ativação/desativação de conexões, ativação/desativação de funções (como por exemplo, da função de Verificação de Continuidade), indicação de falhas na Camada Física (afetando diretamente a função de tratamento de falhas, que deve atuar na rede) e armazenamento de alarmes e falhas da Entidade ATMM (inclusive Perda de Continuidade (LOC)).

Não foram, porém, definidas as ações a serem tomadas em casos de falhas na Camada. Estas dependerão da política de gerenciamento adotada para o equipamento. A sua implementação porém está delineada com a proposta.

Foi definido o seguinte processo para a execução deste tratamento:

- **GER_Distribui:** responsável pelo tratamento das solicitações do Plano de Gerência e Rede, armazenamento local e histórico de falhas e alarmes da Camada (ver página A-58 do Anexo A). Como facilidade a ser implementada posteriormente, poderá realizar também o filtro de indicações das falhas para a entidade hierárquica superior de gerenciamento. Isto significa agregar uma inteligência na análise local das falhas, minimizando o fluxo e o controle destas indicações para a entidade hierárquica superior de gerenciamento.

5.2.4 Entidade ATMM

Esta entidade foi o alvo do sistema desenvolvido: a implementação das funções de OAM da Camada ATM (ver páginas A-9 a A-12 do Anexo A). Para isso ela foi dividida em 4 macro-blocos:

- i.) Gerenciamento de VPs;
- ii.) Gerenciamento de VCs;
- iii.) Tratamento de células de Gerenciamento de Recursos;
- iv.) Tratamento de células de Meta-sinalização.

Cada um destes foi dividido em blocos, de acordo com as funções específicas que deve implementar.

5.2.4.1 Gerenciamento de VPs

Usando a estrutura proposta para TMN, Figura 39, dividimos as funções em processos para o Gerenciamento de VPs.

Considerando simplicidade de implementação, decidimos por um processo centralizador na recepção dos sinais das entidades ATM e Gerência do Sistema Local, responsável pela criação dos processos tratadores e pela distribuição das tarefas (sinais recebidos) por conexão.

Assim foram criados os processos (ver páginas A-13 a A-39 do Anexo A):

- VP_Dispatch: responsável pela distribuição dos sinais aos respectivos tratadores (conforme página A-24 do Anexo A);
- VP_Segur_tratador: responsável pelas funções relacionadas a segurança;
- VP_Config_tratador: responsável pelas funções relacionadas a configuração;
- VP_Tarif_tratador: responsável pelas funções relacionadas a tarifação;
- VP_Desemp_tratador: responsável pelas funções relacionadas com o Gerenciamento de Desempenho;
- VP_Loopback_Falhas: responsável pelas funções de *Loopback* do Gerenciamento de Falhas;
- VP_AISRDI_Falhas: responsável pelas funções relacionadas com o Gerenciamento de Falhas AIS e RDI (conforme página A-13 do Anexo A);
- VP_VerifCont_Falhas: responsável pelas funções de Verificação de Continuidade do Gerenciamento de Falhas (conforme página A-36 do Anexo A).

Para caracterizar melhor o modelamento escolhemos para implementação as duas últimas funções. Utilizando as especificações do Capítulo 4, descrevemos os algoritmos para satisfazer as necessidades de um equipamento inserido em qualquer ponto da rede. Assim, uma conexão recebe o tratamento adequado, configurado via comando da Gerência de Planos.

5.2.4.2 Gerenciamento de VCs

O Gerenciamento de VCs apresenta muita semelhança na implementação com o Gerenciamento de VPs. Foi somente dividido nas funções de TMN a serem expandidas posteriormente em uma implementação completa.

A diferença básica no gerenciamento de VCs é que a ativação destas funções deverá ser definida por operação/gerenciamento de rede e somente para algumas conexões, de forma diferente daquelas realizadas para VPs, ativadas na realização da conexão. Porém, a funcionalidade final é semelhante a de VPs (mantendo-se as proporções VPs-VCs).

Assim foram criados os processos (ver páginas A-40 a A-48 do Anexo A):

- VC_Dispatch: responsável pela distribuição dos sinais aos respectivos tratadores;
- VC_Segur_tratador: responsável pelas funções relacionadas a segurança;
- VC_Config_tratador: responsável pelas funções relacionadas a configuração;
- VC_Tarif_tratador: responsável pelas funções relacionadas a tarifação;
- VC_Desemp_tratador: responsável pelas funções relacionadas com o Gerenciamento de Desempenho;
- VC_Falhas: responsável pelas funções do Gerenciamento de Falhas.

5.2.4.3 Tratamento de Células de Gerenciamento de Recursos

O tratamento de células de Gerenciamento de Recursos foi considerado nesta fase apenas como interface com o Plano de Controle, não executando outras ações além do repasse das SDUs recebidas pela Entidade ATM para este plano e vice-versa. Esta restrição, como já mencionado, está relacionada com a falta de padronização. Foi criado o processo:

- **Recursos_distrib:** responsável pelo reencaminhamento das células de gerenciamento de recursos (conforme página A-50 do Anexo A).

5.2.4.4 Tratamento de Células de Meta-sinalização

O tratamento de células de Meta-sinalização foi considerado nesta fase apenas como interface com o Plano de Controle, não executando outras ações além do repasse das SDUs recebidas pela Entidade ATM para este plano e vice-versa. Esta restrição, como já mencionado, está relacionada com a falta de padronização. Foi criado o processo:

- **Metasin_distrib:** responsável pelo reencaminhamento das células de Meta-sinalização (conforme página A-49 do Anexo A).

5.3 Descrição das Primitivas Usadas para Modelar as Interações entre as Entidades

As primitivas de serviço descrevem de forma abstrata a troca de informações e de sinais de controle através de um ponto de acesso de serviço (SAP). As primitivas, porém, não especificam ou restringem a implementação das entidades ou interfaces.

5.3.1 Primitivas para Comunicação com a Camada Física

A Camada ATM espera que a Camada Física transporte as células ATM entre as Entidades ATM correspondentes. A troca de informações entre a Camada ATM e a Camada Física através do PHY-SAP inclui as seguintes primitivas:

- PHY_DATA.request (PHY_SDU);
- PHY_DATA.indication (PHY_SDU).

5.3.1.1 Descrição das Primitivas

- **PHY_DATA.request:** esta primitiva é usada pela Camada ATM para solicitar a transferência de uma célula ATM de uma entidade ATM local para uma entidade ATM distante sobre uma conexão física existente. Cada célula é trocada entre a Camada ATM e a entidade física através do PHY-SAP. A célula inteira (exceto o campo HEC) é transportada sem modificação pela Camada Física via a conexão física existente.
- **PHY_DATA.indication:** esta primitiva é usada pela Camada Física para indicar a chegada de uma PHY_SDU da entidade física distante sobre uma conexão física existente. Na ausência de erros, a PHY_SDU é a mesma enviada pela Entidade ATM correspondente na primitiva PHY_DATA.request (exceto o campo HEC, que é calculado na Camada Física).

5.3.1.2 Descrição do Parâmetro

- **PHY_SDU:** este parâmetro contém uma célula ATM a ser transferida entre entidades ATM correspondentes.

5.3.2 Primitivas para Comunicação com as Camadas mais Altas

A troca de informações entre a Camada ATM e as camadas mais altas de protocolo (por exemplo, a Camada de Adaptação - AAL) através do ATM-SAP inclui as seguintes primitivas:

- **ATM_DATA.request** (ATM_SDU, submitted_loss_priority, congestion_indication, ATM_user_to_ATM_user_indication);
- **ATM_DATA.indication** (ATM_SDU, congestion_indication, ATM_user_to_ATM_user_indication).

5.3.2.1 Descrição das Primitivas

- **ATM_DATA.request:** esta primitiva é usada por uma entidade de camada superior (por distantes sobre uma Entidade ATM. Os parâmetros "submit-ted_loss_priority" e ATM_user_to_ATM_user_indication são usados para definir os campos CLP e PTI da ATM_PDU a ser gerada pela Camada ATM. A ATM-PDU é transferida sobre as entidades físicas ou grupo de entidades físicas assinaladas para a conexão ATM;
- **ATM_DATA.indication:** esta primitiva é usada por uma entidade de camada superior (por exemplo, a entidade AAL), para indicar a chegada de uma ATM_SDU da entidade física sobre a conexão ATM, com indicação de congestionamento e ATM_user_to_ATM_indication recebidas. Na ausência de erros, a ATM_SDU é a mesma enviada pela entidade de camada mais alta correspondente, na primitiva ATM_DATA.request.

5.3.2.2 Descrição dos Parâmetros

- **ATM_SDU:** este parâmetro contém 48 octetos de dados da Camada ATM (por exemplo, AAL SAR-PDU) a serem transferidos pela Camada ATM entre as entidades correspondentes de camadas mais altas;
- **Submitted_loss_priority:** este parâmetro indica a importância relativa do transporte solicitado para a informação carregada pela ATM_SDU. Pode ter somente 2 valores, um para a prioridade mais alta e outro para a mais baixa;
- **Congestion_indication:** este parâmetro indica se a ATM_SDU recebida atravessou um nó da rede com congestionamento;
- **ATM_user_to_ATM_user_indication (AAU):** este parâmetro é transportado de forma transparente pela Camada ATM. Na nossa implementação este parâmetro não foi implementado.

5.3.3 Primitivas para Comunicação com o Plano de Gerência

A Camada ATM se comunica com a Gerência de Planos para troca de informações de gerência e configuração dos recursos (físicos ou lógicos), utilizados para a realização das conexões. Alterações e problemas no equipamento/rede podem refletir na Camada ATM ou vice-versa. Decisões tanto locais à Camada quanto no nível de equipamento/rede podem ou devem ser tomadas,

ou ainda seus reflexos devem ser monitorados. Assim, um problema na Camada Física, por exemplo, pode implicar em uma análise de falhas na Camada ATM, ativando procedimentos AIS/RDI na rede para cada conexão de VP - para o caso de VC apenas pode existir uma monitoração da Continuidade dos VP que foram afetados.

A troca de informações entre a Camada ATM e a Gerência de Planos, através do GER-SAP inclui as seguintes primitivas:

- GER_DATA.request (GER_SDU,command);
- GER_DATA.indication (GER_SDU,indication).

5.3.3.1 Descrição das Primitivas

- **GER_DATA.request:** esta primitiva é usada pela Gerência de Planos para solicitar a execução de uma tarefa pela Camada ATM, provavelmente sobre uma conexão física existente. Esta primitiva poderá ou não gerar atividade de OAM sobre a rede/conexão (ões) envolvida(s).
- **GER_DATA.indication:** esta primitiva é usada pela Camada ATM para indicar um alarme/falha/alteração de configuração/ dados de tarifação de uma conexão física existente. Pode ser utilizada tanto para sinalizar um evento de forma espontânea ou responder a uma solicitação anterior.

5.3.3.2 Descrição dos Parâmetros

- **GER_SDU:** este parâmetro contém a SDU-ATM a ser analisada para a execução de tarefas na Camada ATM ou como indicativo de estados/alarmes/resposta a solicitações. A especificação dos campos e valores depende de uma padronização que virá futuramente, com a caracterização do modelo de informações da TMN para ATM;
- **command:** tipo de tarefa a executar pela Camada ATM;
- **indication:** indicação ou resposta a execução de comandos da Camada ATM.

5.3.4 Primitivas para Comunicação com o Plano de Controle

A Camada ATM se comunica com o Plano de Controle para troca de informações de gerência de recursos transportadas via célula de OAM e Meta-sinalização. A troca de informações entre a Camada ATM e o Plano de Controle, através do CTR-SAP inclui as seguintes primitivas:

- CTR_DATA.request (CTR_SDU);
- CTR_DATA.indication (CTR_SDU).

5.3.4.1 Descrição das Primitivas

- **CTR_DATA.request:** esta primitiva é usada pelo Plano de Controle para solicitar a transferência de uma célula de OAM de Gerenciamento de Recursos ATM de uma entidade de Controle local para uma entidade de Controle distante sobre uma conexão física existente. Não existe interpretação da informação transportada.
- **CTR_DATA.indication:** esta primitiva é usada pela Camada ATM para indicar a chegada de uma CTR_SDU da entidade de Controle distante sobre uma conexão física existente.

5.3.4.2 Descrição do Parâmetro

- **CTR_SDU:** este parâmetro contém uma SDU-ATM de OAM de Gerenciamento de Recursos ou de Meta-sinalização a ser analisada para a execução de tarefas no Plano de Controle. A especificação dos campos e valores depende de uma padronização que poderá vir da evolução da TMN e da Sinalização por Canal Comum.

5.3.5 Primitivas para Comunicação entre a Entidade ATMM e a Entidade ATM

Consideramos 2 tipos de interações entre a Entidade ATM e a Entidade ATMM.

Uma interação é necessária para a comunicação entre entidades ATMM correspondentes local-distante. Esta interação é modelada pelas seguintes primitivas:

- ATMM_DATA.request (ATMM_SDU);
- ATMM_DATA.indication (ATMM_SDU).

A Unidade de Dados do Protocolo ATMM (ATMM-PDU) que contém a informação ATMM está totalmente contida dentro do campo de informação de uma única célula ATM (48 octetos).

A outra interação é para troca de informações locais entre as 2 entidades (ATM e ATMM) e foi modelada pelas seguintes primitivas:

- ATMM_PARAMETER_CHANGE (parameter_name);
- ATMM_MONITOR.indication(parameter_name).

5.3.5.1 Descrição das Primitivas

- **ATMM_DATA.request:** esta primitiva é gerada pela Entidade ATMM para solicitar a transferência de uma ATM_SDU de gerenciamento de OAM;
- **ATMM_DATA.indication:** esta primitiva é gerada pela Entidade ATM para indicar para uma Entidade ATMM a chegada de uma ATM_SDU de gerenciamento de OAM;
- **ATMM_PARAMETER_CHANGE:** esta primitiva é gerada pela Entidade ATMM para solicitar à Entidade ATM mudanças de parâmetros de elementos de processos da Camada ATM, por exemplo, cópia de células recebidas ou para serem transmitidas pelas entidades mais altas (por exemplo AAL);
- **ATMM_MONITOR.indication:** esta primitiva é gerada por uma Entidade ATMM para indicar a chegada e/ou entrega do conteúdo de uma ATM_PDU recebida pela Entidade ATM (ou da camada mais alta ou da entidade ATM distante), para facilitar as funções ATMM.

5.3.5.2 Descrição dos Parâmetros

- **ATMM_SDU:** este parâmetro contém os 48 octetos de dados de gerenciamento da Camada ATM;
- **parameter_name:** está relacionado com a função a ser realizada, por exemplo, cópia de SDUs recebidas pela Entidade ATM para ser transmitida para a Camada Física ou para a Camada mais Alta.

5.3.6 Primitivas para Comunicação entre a Entidade ATMM e a Gerência do Sistema Local

A Entidade de Gerência do Sistema Local se comunica com a Entidade ATMM para recebimento de alarmes e falhas e para comandar ações/reconfigurações, através das seguintes primitivas:

- **alarm_indic** (alarm_SDU, alarm_type);
- **fault_indic** (alarm_SDU, fault_type);
- **comm_create_proc** (connection_type, create_type);
- **comm_fault** (alarm_SDU, fault_indication);
- **comm_ativ_verifcont** (CC_ativation).

5.3.6.1 Descrição das Primitivas

- **alarm_indic:** esta primitiva indica para a entidade de gerência local da Camada ATM a ocorrência de um defeito detectado pela Entidade ATMM;
- **fault_indic:** esta primitiva indica para a entidade de gerência local da Camada ATM a ocorrência de uma falha detectada pela Entidade ATMM;
- **comm_create_proc:** esta primitiva gerada pela Entidade de Gerência local para a Entidade ATMM solicita a criação de processos para tratamento de OAM para uma dada conexão em ativação;
- **comm_fault:** esta primitiva, gerada pela Entidade de Gerência local para a Entidade ATMM na ocorrência de falhas, por exemplo, na Camada Física, solicita a ativação de procedimentos de OAM na Camada ATM;

- **comm_ativ_verifcont:** esta primitiva, gerada pela Entidade de Gerência local para a Entidade ATMM, solicita a ativação/desativação de procedimentos de OAM de Verificação de Continuidade na conexão existente.

5.3.6.2 Descrição dos Parâmetros

- **alarm_SDU:** este parâmetro contém octetos de informação a respeito do alarme/falha gerado e da localização do mesmo, se for o caso;
- **alarm_type:** este parâmetro contém o tipo de alarme gerado;
- **fault_type:** este parâmetro contém o tipo de falha gerada;
- **connection_type:** este parâmetro está relacionado com a ativação das funções de OAM de uma conexão, relacionando o ponto de conexão na rede, por exemplo, ponto origem de conexão, ponto de terminação de conexão ou ponto intermediário;
- **create_type:** este parâmetro está relacionado com a criação/término de conexões - ativação/desativação de funções de OAM para a conexão;
- **fault_indication:** este parâmetro está relacionado com a indicação de defeitos/volta a normalidade feita pela Gerência de Planos;
- **CC_ativation:** este parâmetro está relacionado com ativação/desativação da Verificação de Continuidade de uma dada conexão, comandada pela Gerência de Planos e o sentido da ativação (uni ou bidirecional).

5.4 Características da Modelagem

Para caracterizar o funcionamento vamos descrever os diversos processamentos através dos MSC (*Message Sequence Chart* - fluxo de mensagens). Mostraremos a mensagem (sinal) que originou o processamento e os diversos processos envolvidos no tratamento do evento, mostrando assim a dinâmica das funções/serviços implementados. Devido a leitura pouco gratificante desta descrição, vamos definir exaustivamente apenas dois exemplos, os demais podendo ser inferidos da análise dos MSC, buscando-se o processamento no Anexo A.

Os MSC estão disponíveis no Anexo B e são referenciados pelo nome composto OAM_ATM_n (onde n é o número do MSC gerado). Estes MSC foram gerados pela ferramenta utilizada para implementação a partir de estímulos (sinais) colocados nos canais de interfaces externas definidos no SDL do sistema modelado, Anexo A.

As referências a este SDL, por serem geradas em uma ferramenta não incorporável harmonicamente ao editor utilizado, serão feitas através da primeira linha no canto superior esquerdo da página do SDL e do número da página do Anexo A. Assim, por exemplo, a referência “*canais de interfaces externas*” anteriormente mencionada encontra-se na página “System OAM_ATM/1”, página A-5 do Anexo A.

5.4.1 Ativação de Conexão

A ativação de uma conexão de VP se faz necessária na entidade ATMM para a criação das instâncias tratadoras dos eventos de gerenciamento: desempenho, falhas, segurança, configuração e tarifação da conexão. Assim, via a Gerência de Planos a Entidade Gerência Sistema Local (processo **Ger_Distribui**) recebe um sinal **GER_DATA.request** indicando uma nova conexão e a localização do equipamento na rede em relação a esta conexão (ponto origem da conexão, ponto intermediário ou ponto de terminação de conexão). Esta informação é necessária pois para o tratamento de falhas, deve executar ações diferenciadas dependendo do ponto de conexão na rede.

Este processo **Ger_Distribui** atua sobre a Entidade ATMM enviando um sinal **comm_create_proc_VP** para o processo **VP_Dispatch** que executa a tarefa de criação dos diversos processos.

Este processamento está representado nos MSC OAM_ATM_1, OAM_ATM_2 e OAM_ATM_3, para os casos de pontos origem, de terminação e intermediário de conexão, respectivamente.

Os processos e procedimentos envolvidos estão descritos em SDL no Anexo A, em ordem de ativação:

- **Process GER_Distribui/1**, página A-58;
- **Procedure comandos/1**, página A-61;
- **Process VP_Dispatch/1**, página A-24;
- **Procedure Trat_criar_process/1**, página A-28;
- **Process VP_AISRDI_Falhas/1**, página A-13;
- (**Procedure VP_destino_trat/1**, página A-14, **Procedure VP_origem_trat/1**, página A-20, **Procedure interm_trat/1**, página A-18, dependendo do ponto de conexão definido como parâmetro do sinal: terminação, origem ou intermediário respectivamente);
- **Process VP_Desemp_tratador/1**, página A-23;
- **Process VP_Segur_tratador/1**, página A-33;
- **Process VP_Tarif_tratador/1**, página A-34;
- **Process VP_Config_tratador/1**, página A-22.

5.4.2 Desativação de Conexão

A desativação de uma conexão de VP se faz necessária na entidade ATMM para o término das instâncias tratadoras dos eventos de gerenciamento: desempenho, falhas, segurança, configuração e tarifação da conexão. Assim, via a Gerência de Planos a Entidade Gerência Sistema Local (processo **Ger_Distribui**, página A-58 do Anexo A) recebe um sinal **GER_DATA.request** indicando o término da conexão.

Este processo **Ger_Distribui** atua sobre a Entidade ATMM enviando um sinal **comm_create_proc_VP** para o processo **VP_Dispatch** (página A-24 do Anexo A) que envia um sinal de término de conexão para os diversos processos já criados **contr_term_proc**, associados a conexão:

- **VP_AISRDI_Falhas**, página A-13;
- **VP_Desemp_tratador**, página A-23;

- VP_Segur_tratador, página A-33;
- VP_Tarif_tratador, página A-34;
- VP_Config_tratador, página A-22;
- VP_VerifCont_Falhas, página A-35, se este último tiver sido criado.

Este processamento está representado no MSC OAM_ATM_4.

5.4.3 Recepção de Célula de OAM de Gerenciamento de Recursos

5.4.3.1 Recebida na Interface com a Camada Física

Este processamento está representado no MSC OAM_ATM_5.

5.4.3.2 Recebida na Interface com o Plano de Controle

Este processamento está representado no MSC OAM_ATM_6.

5.4.4 Recepção de Célula de OAM de Meta-sinalização

5.4.4.1 Recebida na Interface com a Camada Física

Este processamento está representado no MSC OAM_ATM_7.

5.4.4.2 Recebida na Interface com o Plano de Controle

Este processamento está representado no MSC OAM_ATM_8.

5.4.5 Recepção de Célula de Usuário na Interface com a Camada Física

Este processamento está representado no MSC OAM_ATM_9.

5.4.6 Recepção de Pedido de Transmissão de Informação de

Usuário na Interface com a Camada AAL

Este processamento está representado no MSC OAM_ATM_10.

5.4.7 Recepção de Célula de OAM -AIS

5.4.7.1 Quando o Ponto de Conexão é Origem da Conexão

Este processamento está representado no MSC OAM_ATM_11.

5.4.7.2 Quando o Ponto de Conexão é Término da Conexão

Este processamento está representado no MSC OAM_ATM_12.

5.4.7.3 Quando o Ponto de Conexão é Ponto Intermediário da Conexão

Este processamento está representado no MSC OAM_ATM_13.

5.4.8 Recepção de Célula de OAM -RDI

5.4.8.1 Quando o Ponto de Conexão é Origem da Conexão

Este processamento está representado no MSC OAM_ATM_14.

5.4.8.2 Quando o Ponto de Conexão é Término da Conexão

Este processamento está representado no MSC OAM_ATM_15.

5.4.8.3 Quando o Ponto de Conexão é Ponto Intermediário da Conexão

Este processamento está representado no MSC OAM_ATM_16.

5.4.9 Recepção de Falha na Camada Física

5.4.9.1 Quando o Ponto de Conexão é Origem da Conexão

Este processamento está representado no MSC OAM_ATM_17.

5.4.9.2 Quando o Ponto de Conexão é Término da Conexão

Este processamento está representado no MSC OAM_ATM_18.

5.4.9.3 Quando o Ponto de Conexão é Ponto Intermediário da Conexão

Este processamento está representado no MSC OAM_ATM_19.

5.4.10 Ativação/Desativação de Verificação de Continuidade

Este processamento está representado no MSC OAM_ATM_20.

5.5 Resumo dos Resultados

A estruturação do sistema para o processamento da Camada ATM de protocolo, a partir de uma proposta de hierarquização da Gerência de Planos em equipamentos da B-ISDN foi validada pelas simulações nos MSC gerados pela ferramenta SDT, no Anexo B. Foram aplicados estímulos externos, sinais nas interfaces externas, e considerando as diversas possibilidades de ação sobre a Camada ATM a análise da dinâmica deste processo mostrou a consistência esperada das especificações apresentadas no Capítulo 4.

A manutenção do sistema especificado foi facilitada pela estruturação e documentação intrínseca (comentários no fluxo SDL) desenvolvidas. Também a inserção dos mecanismos já especificados (Gerência de VC) e de novos

(ainda por padronizar) foi considerada. A simplicidade proposta na construção dos algoritmos e a descentralização das decisões poderá facilitar uma implementação em *hardware*.

Este pequeno contexto implementável de OAM é parte importante de equipamentos baseados em ATM e da gerência de rede B-ISDN.

Bibliografia

•Recomendações ITU-T

- [1]. Recomendação G.702 - Digital Hierarchy Bit Rates - 1988 - *Livro Azul*
- [2]. Recomendação G.703 - Physical/Electrical Characteristics of Hierarchical Digital Interfaces - Study Group XVIII - April 1991
- [3]. Recomendação G.707 - Synchronous Digital Hierarchy Bit Rates - Study Group XVIII - March 1993
- [4]. Recomendação G.708 - Network Node Interface for the Synchronous Digital Hierarchy - Study Group XVIII - Report R - 105-E - July 1992
- [5]. Recomendação G.709 - Synchronous Multiplexing Structure - Study Group XVIII - Report R - 105-E - July 1992
- [6]. Recomendação G.782 - Types and General Characteristics of Synchronous Digital Hierarchy (SDH) Equipment

- [7]. Recomendação G.783 - Characteristics of Synchronous Digital Hierarchy (SDH) Equipment Functional Blocks
- [8]. Recomendação G.804 - ATM Cell Mapping into Plesiochronous Digital Hierarchy (PDH) - Study Group XIII - March 1993
- [9]. Recomendação G.832 - Transport of SDH Elements on PDH Networks: Frame and Multiplexing Structures - Study Group XIII - november 1993
- [10]. Recomendação I.96x - Access Digital Section for B-ISDN - Study Group XIII - Report R 5 - July 1993
- [11]. Recomendação I.121 - Broadband Aspects of ISDN - Study Group XVIII - April 1991
- [12]. Recomendação I.150 - B-ISDN ATM Functional Characteristics - Study Group XVIII - March 1993
- [13]. Recomendação I.210 - Principles of Telecommunication Services Supported by an ISDN and the Means to describe them - Study Group XVIII - March 1993
- [14]. Recomendação I.211 - B-ISDN Service Aspects- Study Group XVIII - March 1993
- [15]. Recomendação I.221 - Common Specific Characteristics of Services- Study Group XVIII - March 1993
- [16]. Recomendação I.311 - B-ISDN General Network Aspects - Study Group XVIII - Report R 111 - July 1992
- [17]. Recomendação I.31X - Broadband Integrated Services Digital Network (B-ISDN) - Network Requirements - Study Group XIII- November 1994

- [18]. Recomendação I.321 - B-ISDN Protocol Reference Model and its Application - Study Group XVIII - April 1991
- [19]. Recomendação I.324 - ISDN Network Architecture - Overall Network Aspects and Functions, ISDN User-Network Interfaces - Study Group XVIII - October 1991
- [20]. Recomendação I.327 - B-ISDN Functional Architecture - Overall Network Aspects and Functions - Study Group XVIII - March 1993
- [21]. Recomendação I.361 - B-ISDN ATM Layer Specification - Study Group XVIII - March 1993
- [22]. Recomendação I.362 - B-ISDN ATM Adaptation Layer (AAL) functional description - Study Group XVIII - March 1993
- [23]. Recomendação I.363 - B-ISDN ATM Adaptation Layer (AAL) Specification - Study Group XVIII - March 1993
- [24]. Recomendação I.364 - Support of Broadband Connectionless data service on B-ISDN - Study Group XVIII - March 1993
- [25]. Recomendação I.371 - Traffic control and congestion control in B-ISDN - Study Group XVIII - November 1994
- [26]. I.371 Living List - Annex 10 to the Report - Study Group XIII - July 1993
- [27]. Recomendação I.413 - B-ISDN User Network Interface- Study Group XVIII - March 1993
- [28]. Recomendação I.432 - B-ISDN User-network Interface- Physical Layer Specification - Study Group XVIII -November 1994

- [29]. Recomendação I.580 - General Arrangements for Interworking Between B-ISDN and 64 kbit/s based ISDN -March 1993
- [30]. Recomendação I.610 - B-ISDN Operation and Maintenance Principles and Functions - Study Group XVIII - November 1994
- [31]. Recomendação G.ATME.1 (Draft) - Types and General Characteristics of ATM Equipament - Sutdy Group 15 - Contribution 63 - March 1994
- [32]. Recomendação Q.50A - B-ISDN Network Nodes - Introduction and Field of Application - Study Group XI - May 1993
- [33]. Recomendação Q.51A - Interfaces on B-ISDN Network Nodes - Study Group XI - May 1993
- [34]. Recomendação Q.52A - B-ISDN Exchange Node Functions - Study Group XI - May 1993
- [35]. Recomendação Q.52B - B-ISDN Network Node Connection Types - Study Group XI - May 1993
- [36]. Recomendação Q.54B - B-ISDN Network Node Performance Design Objectives- Study Group XI - May 1993

•Especificações e Bibliografia Especializada

- [37]. Diretrizes de Especificações do Bellcore - Generic Requirements GR-1248-CORE - Issue 1, August 1994 - Generic Requirements for Operations of ATM NEs)
- [38]. Diretrizes de Especificações do Bellcore - Generic Requirements GR-1113-CORE - Issue 1, July 1994 - ATM and AAL Protocols (ATM Layer Management Protocols - Release 1)
- [39]. Diretrizes de Especificações do ATM Forum- ATM User-Network Interface Specification (V3.0) - Section 3: ATM Layer Specification e Section 4: Interim Local Management Interface Specification
- [40]. B-ICI Specification (v1.0) - Section 4: B-ICI ATM Layer Specification, Section 5: Common B-ICI Traffic Management and Network Performance e Section 6: Common B-ICI Operations and Maintenance
- [41]. Ferenc Belina, Dieter Hogrefe and Amardeo Sarma - "SDL with Applications from Protocol Specification" - Carl Hanser Verlag and Prentice Hall - 1991
- [42]. Roberto Saracco, J.R.W. Smith and Rick Reed - "Telecommunications Systems Engineering using SDL"- North-Holland - 1989
- [43]. SDT 2.3 - User's Guide - TeleLOGIC Malmö AB, 1993

•Textos Auxiliares (Referências sobre o Assunto)

- [44]. E. Barcia & F. Riciniello - "Perception of service quality"- CSELT - CSELT Technical Reports - vol XIX no.3 - June/1991, pag 165-169
- [45]. F. Gagliardi, C. Mogavero & G. Panarotto- "Physical Layer techniques to monitor and manage B-ISDN access"- CSELT - CSELT Technical Reports - vol XIX no.5 - November/1991, pag 303-307
- [46]. F. Malabocchia, M. Menozzi, M. Negro, P. Panicciari, M. Poccio - "A real time simulation tool for network traffic management applications" - CSELT - CSELT Technical Reports - vol XX no. 2 - April/1992, pag 95-100
- [47]. Hans-Jürgen Breuer - "ATM - layer OAM - Principles and Open Issues"- Ericsson - IEEE Communications Magazine - September/91, pag 75-78
- [48]. Haruhiko Matsunaga, Yukiharu Kanayama & Hiromi Ueda - "Virtual Path trace Function for effective Administration of ATM Networks"- NTT - GLOBECOM' 92, pag 1245-1249
- [49]. Hiroshi Uno, Youichi Maeda & Yukiharu Kanayama - "OAM Mechanisms for BISDN UNI and Access Networks - International Journal of Digital and Analog Communication Systems , vol. 4 - 1991, pag 161-168
- [50]. Hiroyuki Fujii & Noriaki Yoshikai - "Restoration Message Transfer Mechanism and Restoration Characteristics of Double-Search Self-Healing ATM Network"- NTT - IEEE Journal on Selected Areas in Communications - vol 12, no. 1 - January 1994, pag 149-158
- [51]. John Burgin & Dennis Dorman - "Broadband ISDN Resource Management: The role of Virtual Paths" - Telecom Australia - IEEE Communications Magazine - September 1991, pag 44-48

- [52]. John G. Gruber - "Performance and Fault Management Functions for Maintenance of SONET/SDH and ATM Transport Networks" - BNR - IEEE/1993, pag 1308-1314
- [53]. Jon Anderson & Matt D. Nguyen - "ATM - layer OAM - Implementation Issues"- AT&T Bell Laboratories - IEEE Communications Magazine - September/91, pag 79-81
- [54]. Jon Anderson, Bharat T. Doshi, Subrahmanyam Dravida & P. Harshvardhana - "Fast Restoration of ATM Networks" - AT&T Bell Laboratories IEEE Journal on Selected Areas in Communications - vol 12, no. 1 - January 1994, pag 128-138
- [55]. Kenneth C. Glossbenner - "Availability and Reliability of Switched Services" - AT&T Bell Laboratories - IEEE Communications Magazine - June/1993, pag 28-32
- [56]. Laurence Demounem, Hideaki Arai & Masatochi Kawarasaki - "Architecture and Mechanism of the Control and OAM Information Transport Network Using a Distributed Directory System"- NTT - IEICE Trans. Communic. vol E76-B no. 3 - March/93, pag 291-303
- [57]. M. Butto & G. Giacobbo Scavo - "Network management policies: which aims and how to pursue them"- CSELT - CSELT Technical Reports - vol XVIII no.3 - June/1990, pag 167-171
- [58]. M. Calabrese - "Telecommunications Management Network and protocols" - CSELT - CSELT Technical Reports - vol XXI no. 2 - June/1993, pag 349-369
- [59]. M. De Prycker, M. De Somer, B. Pauwels & G. Gastaud - "ATM as a universal transfer medium for user information, signalling and operation and main-

tenance"- Proceedings XIII International Switching Symposium (ISS 1990) vol. VI - pag 99-104

[60]. M. De Prycker, M. De Somer, M. Watteyne, J. Vandedrink, J. Van Vyne, M. Van Laethem - "An ATM switching architecture with intrinsic multicast capabilities for the belgian broadband experiment"- Proceedings XIII International Switching Symposium (ISS 1990) vol. VI - pag 111-118

[61]. M. Levy & A. Gilles - "Network management in a heterogeneous environment"- Alcatel- publicação Communication & Transmission nº 1 - 1993, pag 59-64

[62]. S. Pileri, R. Saracco, P. Tiribelli - "Operation and Maintenance requirements on next generation switches" - CSELT - CSELT Technical Reports - vol XVIII no.3 - June/1990, pag 159-165

[63]. Stephen C. Farkouh - "Managing ATM-based Broadband Networks"- Bellcore - IEEE Communications Magazine - May/93, pag 82-86

[64]. Thomas M. Chen & Stephen S. Liu - "Management and Control Functions in ATM Switching Systems" - IEEE Network - July/August 1994, pag 27-40

[65]. Tomonori Aoyama, Ikuo Tokizawa & Ken-ichi Sato - "ATM VP-based Broadband Networks for Multimedia Services" - NTT - IEEE Communications Magazine - April/93 - vol 31 no. 4, pag 30-39

[66]. Yoshio Kajiyama, Nobuyuki Tokura & Katsuaki Kikuchi - "An ATM VP-based self- Healing Ring"- NTT - IEEE Journal on Selected Areas in Communications - vol 12, no. 1 - January 1994, pag 171-178

[67]. Yukiharu Kanayama, Youichi Maeda & Hiromi Ueda - "Virtual Path Management Functions for Broad-band ATM Networks"- NTT - GLOBE-COM'91, pag 1401-1405

[68]. Walter Widl - "CCITT Standardisation of Telecommunications Management Networks" - Ericsson - Ericsson Review- no. 2 - 1991, pag 34-51

Bibliografia

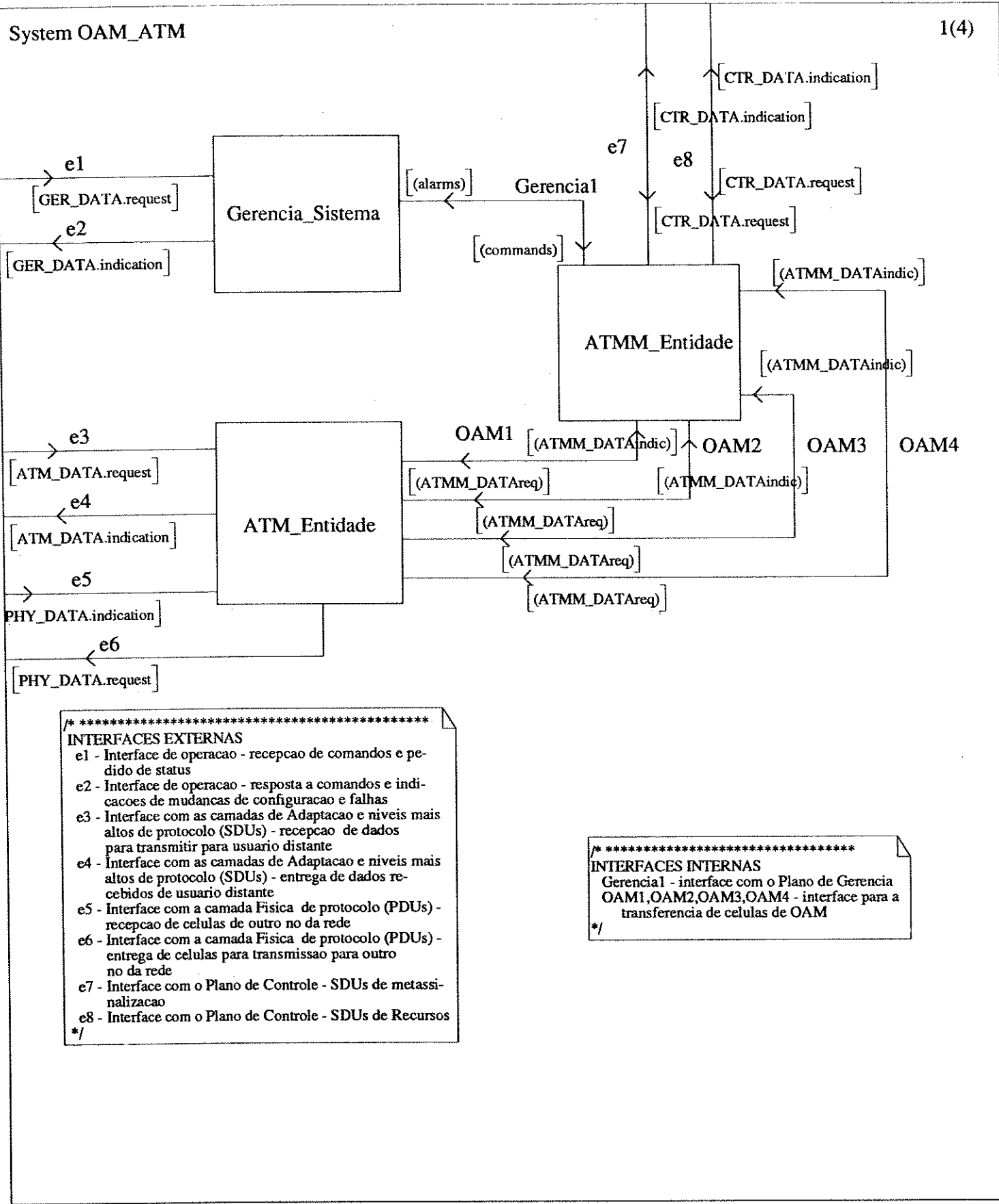
Anexo A Modelo SDL para a
Entidade ATMM

Índice

<i>System OAM_ATM</i>	A-5
<i>Block ATMM_Entidade</i>	A-9
<i>Process VP_AISRDI_Falhas</i>	A-13
<i>Procedure calcula_EDC</i>	A-14
<i>Procedure VP_destino_trat</i>	A-15
<i>Procedure VP_interm_trat</i>	A-18
<i>Procedure VP_origem_trat</i>	A-20
<i>Process VP_Config_tratador</i>	A-22
<i>Process VP_Desemp_tratador</i>	A-23
<i>Process VP_Dispatch</i>	A-24
<i>Procedure ativ_verifcont</i>	A-26
<i>Procedure trat_cop</i>	A-27

<i>Procedure</i> <i>Trat_criar_process</i>	A-28
<i>Procedure</i> <i>trat_ger_msg</i>	A-29
<i>Procedure</i> <i>trat_monitor</i>	A-30
<i>Procedure</i> <i>trat_OAM_msg</i>	A-31
<i>Process</i> <i>VP_Loopback_Falhas</i>	A-32
<i>Process</i> <i>VP_Segur_tratador</i>	A-33
<i>Process</i> <i>VP_Tarif_tratador</i>	A-34
<i>Process</i> <i>VP_VerifCont_Falhas</i>	A-35
<i>Procedure</i> <i>calcEDC</i>	A-36
<i>Procedure</i> <i>trat_rx</i>	A-37
<i>Procedure</i> <i>trat_tx</i>	A-39
<i>Process</i> <i>VC_Config_tratador</i>	A-40
<i>Process</i> <i>VC_Desemp_tratador</i>	A-41
<i>Process</i> <i>VC_Dispatch</i>	A-42
<i>Process</i> <i>VP_Falhas_tratador</i>	A-43
<i>Process</i> <i>VP_Segur_tratador</i>	A-47
<i>Process</i> <i>VC_Tarif_tratador</i>	A-48
<i>Process</i> <i>Metasin_distrib</i>	A-49
<i>Process</i> <i>Recuros_distrib</i>	A-50
 <i>Block</i> <i>ATM_Entidade</i>	A-51
<i>Process</i> <i>ATM_Distribui</i>	A-52
<i>Procedure</i> <i>exec_cop</i>	A-53
<i>Procedurerec_AAL</i>	A-54
<i>Procedure</i> <i>rec_ATM</i>	A-55
<i>Procedure</i> <i>rec_físico</i>	A-56

Block Gerencia_Sistema.....	A-57
<i>Process GER_Distribui.....</i>	<i>A-58</i>
<i>Procedure alarmes</i>	<i>A-59</i>
<i>Procedure armazena.....</i>	<i>A-60</i>
<i>Procedure comandos.....</i>	<i>A-61</i>
<i>Procedure falhas</i>	<i>A-62</i>



System OAM_ATM

2(4)

SIGNAL

```
GER_DATA.request(link,indic_ger,ATM_SDU),
GER_DATA.indication(link,tip_alarme,ATM_SDU),
ATM_DATA.request(link,ATM_SDU,submitted_loss_priority,
    congestion_indication,ATM_user_to_ATM_user),
ATM_DATA.indication(link,ATM_SDU,
    congestion_indication,ATM_user_to_ATM_user),
PHY_DATA.request(celula),
PHY_DATA.indication(celula);
```

SIGNALLIST commands=
 (commands_VP),
 (commands_VC);

SIGNALLIST commands_VP=
 comm_create_proc_VP,
 comm_fault,
 comm_ativ_verifcont;

SIGNALLIST commands_VC=
 comm_create_proc_VC,
 comm_fault_VC,
 comm_ativ_verifcontVC;

SIGNAL

```
alarm_indic(link,tip_alarme,ATM_SDU),
fault_indic(link,tip_alarme,ATM_SDU),
comm_create_proc_VP(link,tip_conexao,create_typ),
comm_fault(link,indic_ger,ATM_SDU),
comm_ativ_verifcont(link,ativ_typ),
comm_create_proc_VC(link,tip_conexao,create_typ),
comm_fault_VC(link,indic_ger,ATM_SDU),
comm_ativ_verifcontVC(link,ativ_typ),
ATMM_DATA.indication(link,ATM_SDU),
ATMM_DATA.request(link,PTIdent,ATM_SDU),
ATMM_PARAMETER_CHANGE
    (link,cop_user_cell),
ATMM_MONITOR.indication(link,cop_user_cell),
CTR_DATA.request(link,ATM_SDU),
CTR_DATA.indication(link,ATM_SDU);
```

SIGNALLIST alarms=
 alarm_indic,
 fault_indic;

SIGNALLIST ATMM_DATAreq=
 ATMM_DATA.request,
 ATMM_PARAMETER_CHANGE;

SIGNALLIST ATMM_DATAindic=
 ATMM_DATA.indication,
 ATMM_MONITOR.indication;

System OAM_ATM

3(4)

```
/* *****  
CONSTANTES  
*****  
*/  
  
SYNONYM  
/* Valor padrao de preenchimento  
para posicoes vazias nas SDUs = 06AH */  
Padrao NATURAL = 106;  
  
SYNONYM  
/* Quantidade de VPs a serem tratados na analise */  
num_VPs INTEGER = 256;  
  
SYNONYM  
/* Quantidade de VCs a serem tratados na analise */  
num_VCs INTEGER = 65535;  
  
SYNTYPE Cell_length = NATURAL  
CONSTANTS 0:47  
ENDSYNTYPE Cell_length;  
  
SYNTYPE VPs_length=INTEGER  
CONSTANTS 0:num_VPs  
ENDSYNTYPE VPs_length;
```

```
/* *****  
Tipos de celulas de OAM tipo de funcao valor  
gerenciamento de falha AIS 0001 0000  
gerenciamento de falha RDI 0001 0001  
gerenciamento de falha verif continuid 0001 0100  
gerenciamento de falha loopback 0001 1000  
gerenciamento de desemp monitor p/ frente 0010 0000  
gerenciamento de desemp relatorio p/tras 0010 0001  
ativacao/desativacao monitor desemp 1000 0000  
ativacao/desativacao verif continui 1000 0001  
gerenciamento sistema 1111 xxxx  
*****  
*/  
SYNONYM AIS NATURAL = 16;  
SYNONYM RDI NATURAL = 17;  
SYNONYM VerCont NATURAL = 20;  
SYNONYM Loopback NATURAL = 24;  
SYNONYM Monit NATURAL = 32;  
SYNONYM Relat NATURAL = 33;  
SYNONYM Ativ_desativ_monit NATURAL = 96;  
SYNONYM Ativ_desativ_cc NATURAL = 97;  
SYNONYM Gerenc_sistema NATURAL = 240;
```

```
/* *****  
Conteudo do campo de informacao da celula  
(PTI - Payload Type Identifier)  
  
Valor Interpretacao  
000 celula de usuario  
001 celula de usuario  
010 celula de usuario  
010 celula de usuario  
100 Fluxo F5 de segmento  
101 Fluxo F5 extremo_extremo  
110 gerenciamento de recursos  
111 funcoes futuras  
*****  
*/  
  
SYNONYM futuro INTEGER = 7;  
SYNONYM gerenc_rec INTEGER = 6;  
SYNONYM F5_extremo INTEGER = 5;  
SYNONYM F5_segmento INTEGER = 4;  
SYNONYM usuario INTEGER = 0;
```

```
/* *****  
Valores pre-definidos de VCI,VPI  
  
Fluxo F4 de segmento VCI=3  
Fluxo F4 extremo_extremo VCI=4  
Metassinalizacao VCI=1  
  
*****  
*/  
  
SYNONYM VCI_F4seg INTEGER = 3;  
SYNONYM VCI_F4extremo INTEGER = 4;  
SYNONYM VCI_metasinal INTEGER = 1;
```

System OAM_ATM

4(4)

```
/* *****
TIPOS e ESTRUTURAS
*****
*/
NEWTYPE tip_falha
  LITERALS ATM_AIS,ATM_RDI,
    continuity_check;
ENDNEWTYPE tip_falha;

NEWTYPE indic_ger
  LITERALS normal,falha_fisica,
    criar_conec_origem,
    criar_conec_destino,
    criar_conec_interm,
    terminar_conec,
    ativar_verifcont,
    terminar_verifcont;
ENDNEWTYPE indic_ger;

NEWTYPE tip_alarme
  LITERALS normal,alert_AIS,alert_RDI,
    fault_RDI,fault_AIS,Loss_of_Continuity,
    no_implem;
ENDNEWTYPE tip_alarme;

NEWTYPE cop_user_cell
  LITERALS copy_on_AALATM,
    copy_on_ATMAAL,
    copy_off_AALATM,
    copy_off_ATMAAL;
ENDNEWTYPE cop_user_cell;

NEWTYPE link STRUCT
  VPIident,
  VCIident INTEGER; /*tipos mais simples
    para facilidade de
    analise */
ENDNEWTYPE link;

NEWTYPE ATM_SDU
  ARRAY (Cell_length,NATURAL);
ENDNEWTYPE ATM_SDU;

NEWTYPE tip_conexao
  LITERALS
    origem,terminacao_conec,
    terminacao_segm,intermediario;
ENDNEWTYPE tip_conexao;
```

```
NEWTYPE ativ_typ
  LITERALS
    criar_orig,criar_dest,criar_bidirec,
    termin_orig,termin_dest,termin_bidirec;
ENDNEWTYPE ativ_typ;

NEWTYPE ativ_CC /* ativacao de Verificacao de
  continuidade */
  LITERALS
    transmissao,recepcao;
ENDNEWTYPE ativ_CC;

SYNTYPE PTIdent = INTEGER
ENDSYNTYPE PTIdent;

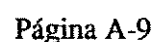
NEWTYPE celula STRUCT
  enlace link;
  PTI PTIdent;
  CLP,HEC INTEGER; /*tipos mais simples
    para facilidade de analise */
  payload ATM_SDU;
ENDNEWTYPE celula;

NEWTYPE create_typ
  LITERALS
    criar,terminar;
ENDNEWTYPE create_typ;

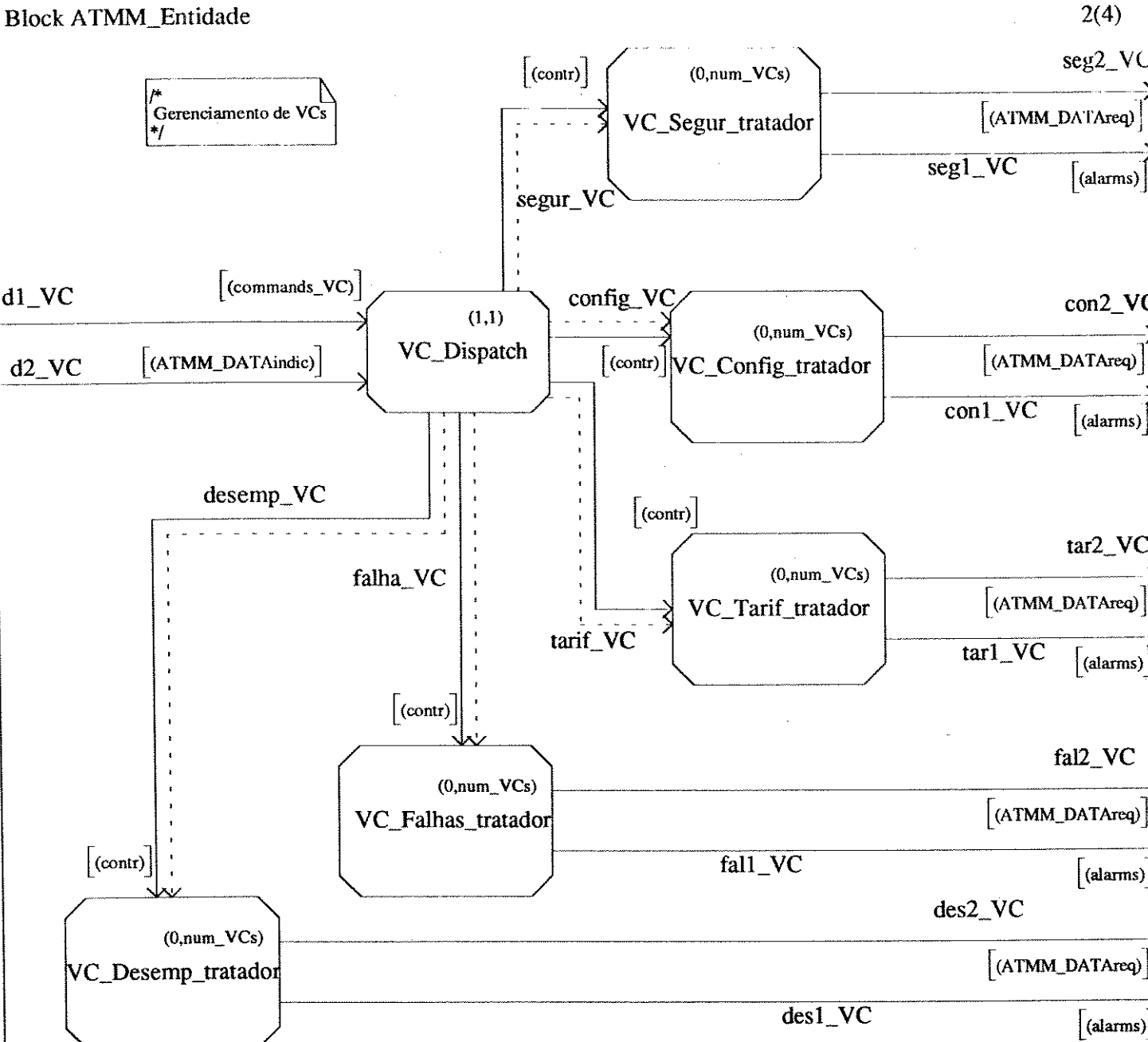
SYNTYPE submitted_loss_priority = NATURAL
  CONSTANTS 0:1
ENDSYNTYPE submitted_loss_priority;

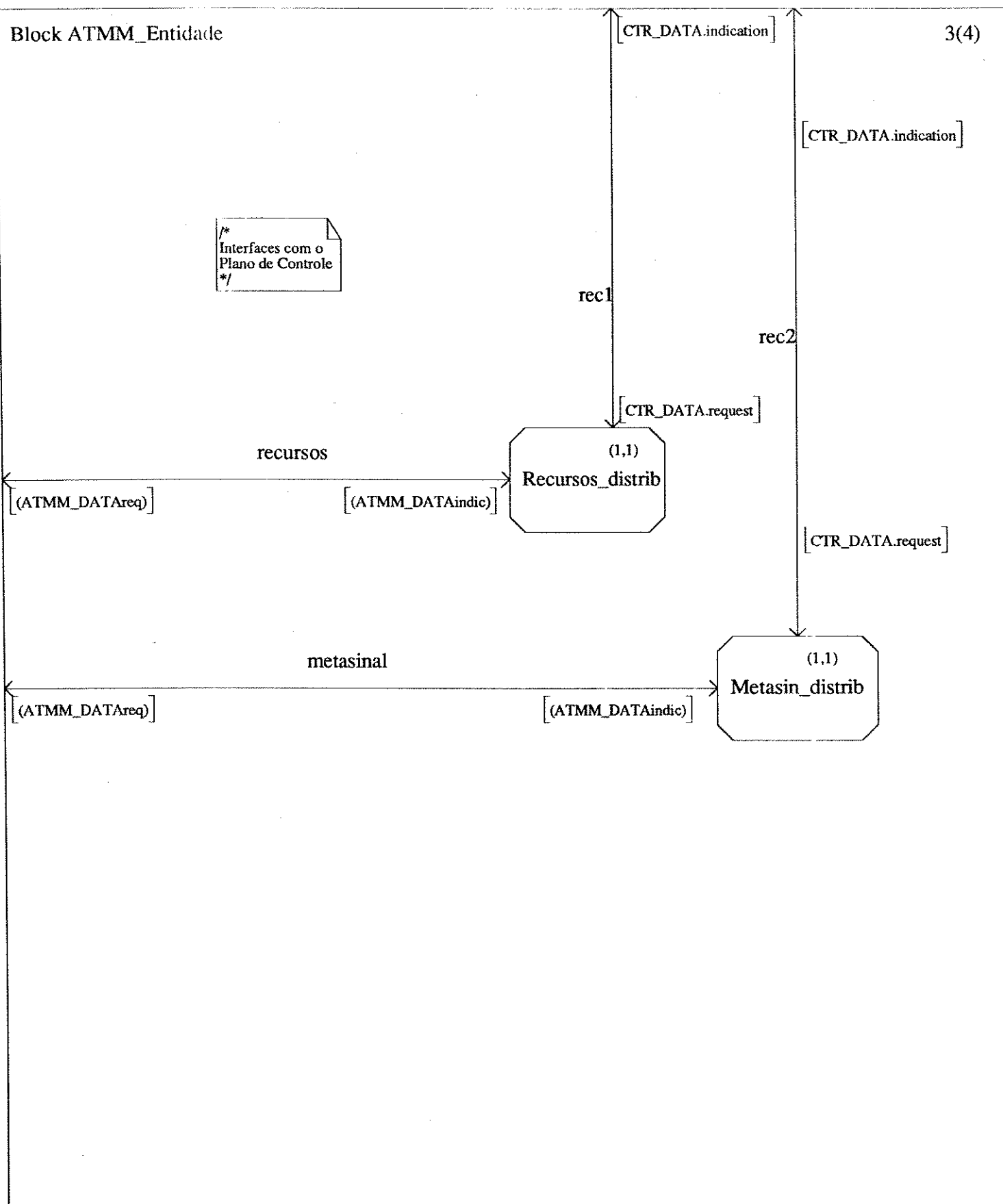
SYNTYPE congestion_indication = NATURAL
  CONSTANTS 0:1
ENDSYNTYPE congestion_indication;

SYNTYPE ATM_user_to_ATM_user= NATURAL
  CONSTANTS 0:1
ENDSYNTYPE ATM_user_to_ATM_user;
```



Block ATMM_Entidade





Block ATMM_Entidade

4(4)

```
CONNECT Gerencial AND d1_VP, seg1_VP,  
con1_VP, tar1_VP, fal1_VP,  
fal3_VP, fal5_VP, des1_VP,  
d1_VC, seg1_VC, con1_VC,  
tar1_VC, fal1_VC, des1_VC;  
  
CONNECT OAM1 AND d2_VP, seg2_VP,  
con2_VP, tar2_VP, fal2_VP,  
fal4_VP, fal6_VP, des2_VP;  
  
CONNECT OAM2 AND d2_VC, seg2_VC,  
con2_VC, tar2_VC, fal2_VC,  
des2_VC;  
  
CONNECT OAM3 AND recursos;  
  
CONNECT OAM4 AND metasinal;  
  
CONNECT e7 AND rec2;  
  
CONNECT e8 AND rec1;
```

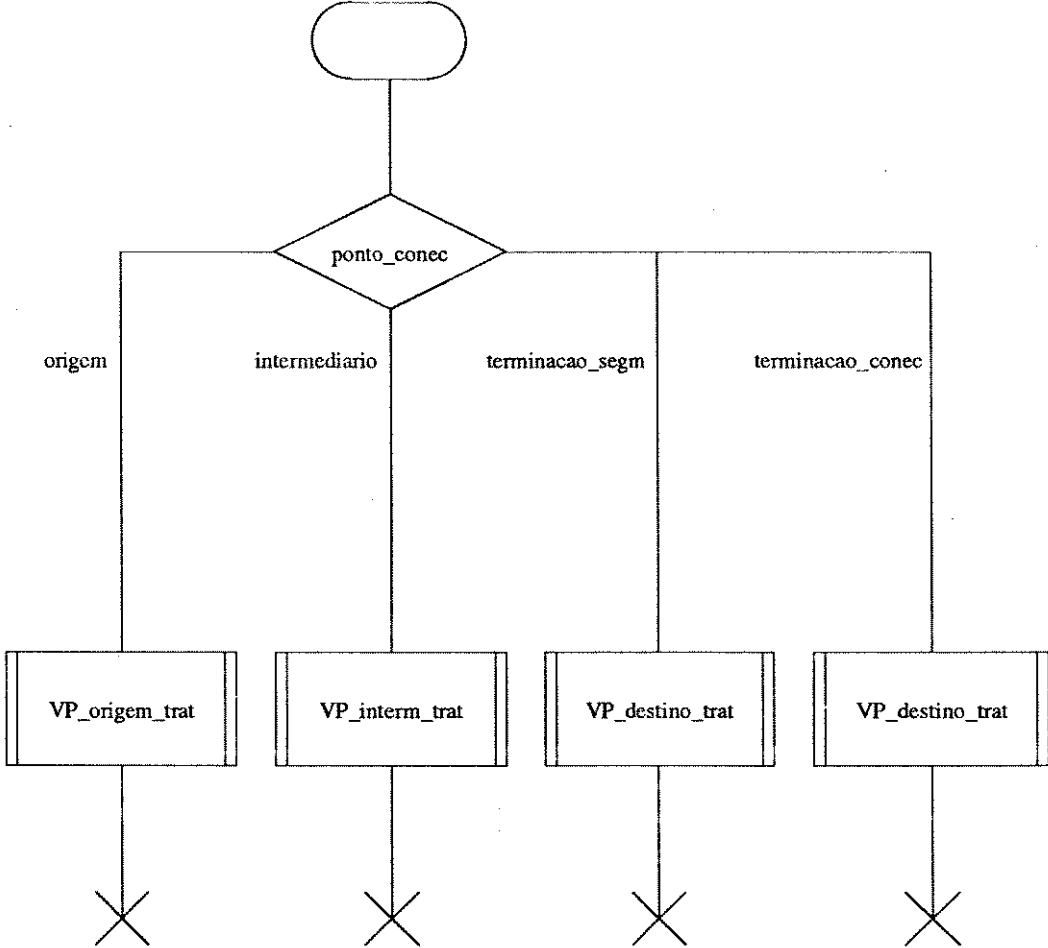
```
SIGNALLIST contr=  
contr_term_proc,  
(commands);
```

```
SIGNAL  
contr_AIS(ATM_SDU),  
contr_RDI(ATM_SDU),  
contr_term_proc,  
contr_monitor_indic,  
contr_ger_falha  
(indic_ger, ATM_SDU),  
contr_verifcont(ATM_SDU);
```

Process VP_AISRDI_Falhas

1(1)

(0,num_VPs);
FPAR
enlace link,
ponto_conec tip_conexao,
ativador PId;
SIGNALSET
(contr);



TIMER
temp_AIS,
temp_alert,
temp_RDI;
SYNONYM
t_wait_AIS_RDI
DURATION = 3;
SYNONYM
t_send_alarm
DURATION = 1;
DCL
falha_sist Boolean := False,
SDU ATM_SDU := (. Padrao .);

VP_origem_trat

VP_interm_trat

VP_destino_trat

calcula_EDC

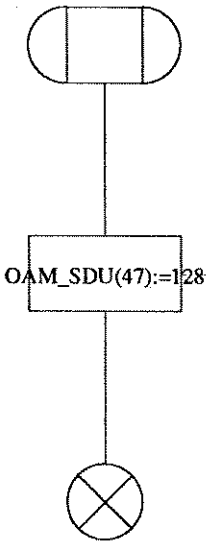
/* O reconhecimento do destino dos sinais de falhas, quanto ao ponto de conexao de segmento ou ponto terminal podera influenciar no tratamento do ponto intermediario. Neste contexto, esta possibilidade nao foi considerada.
*/

Procedure calcula_EDC

1(1)

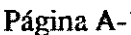
FPAR
IN/OUT OAM_SDU ATM_SDU;

/*
Este procedimento calcula o EDC (Error Detector Code).
De facil implementacao, porem um nivel
de detalhe que nao temos necessidade neste escopo.
*/



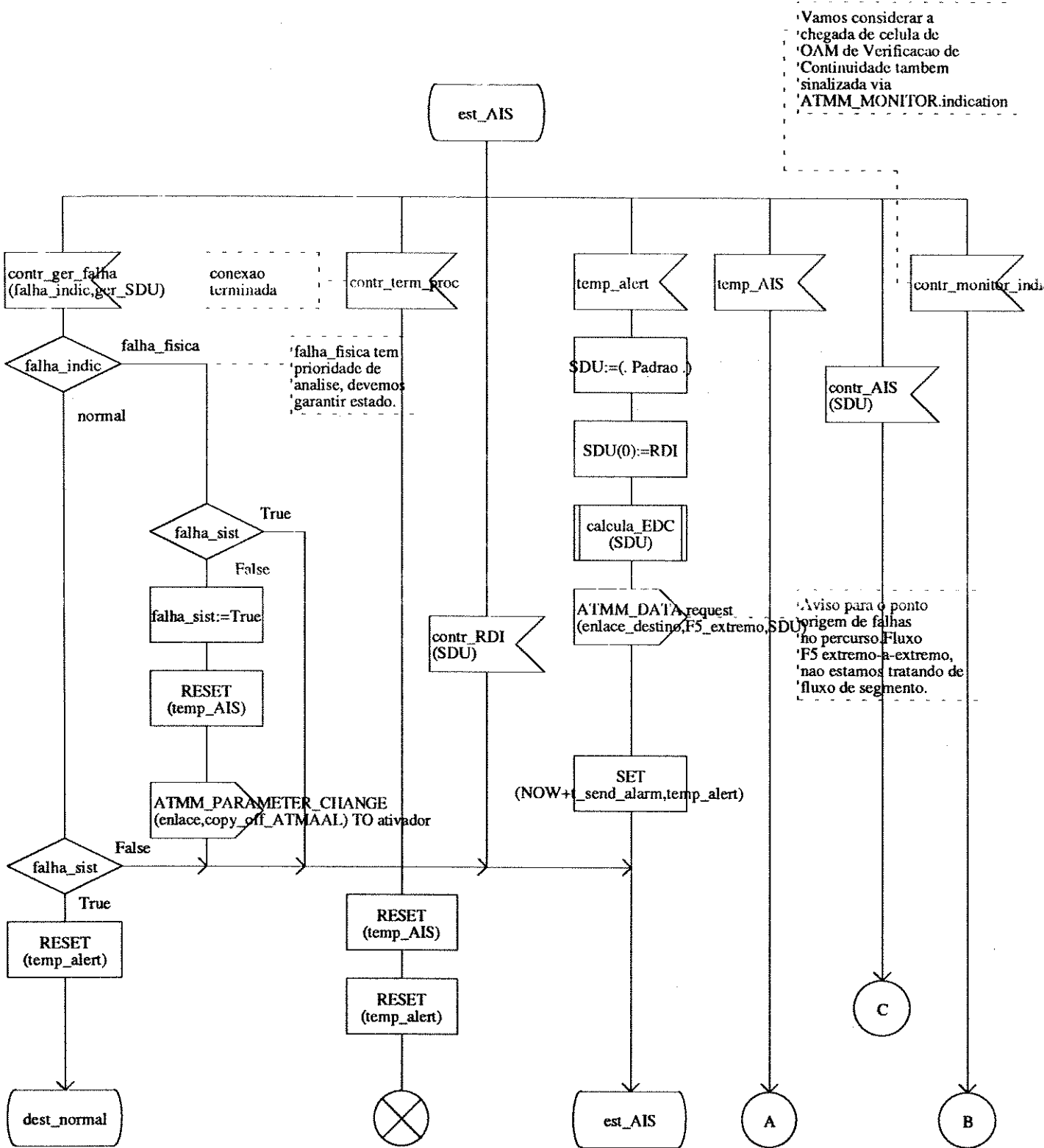
'o calculo do EDC (Error Detection Code)
'deve seguir as recomendacoes. A sua implementacao
'foi relegada para o futuro. Assumimos um valor
'que deve ser atribuido aos 10 ultimos bits da
'SDU.

1(3)



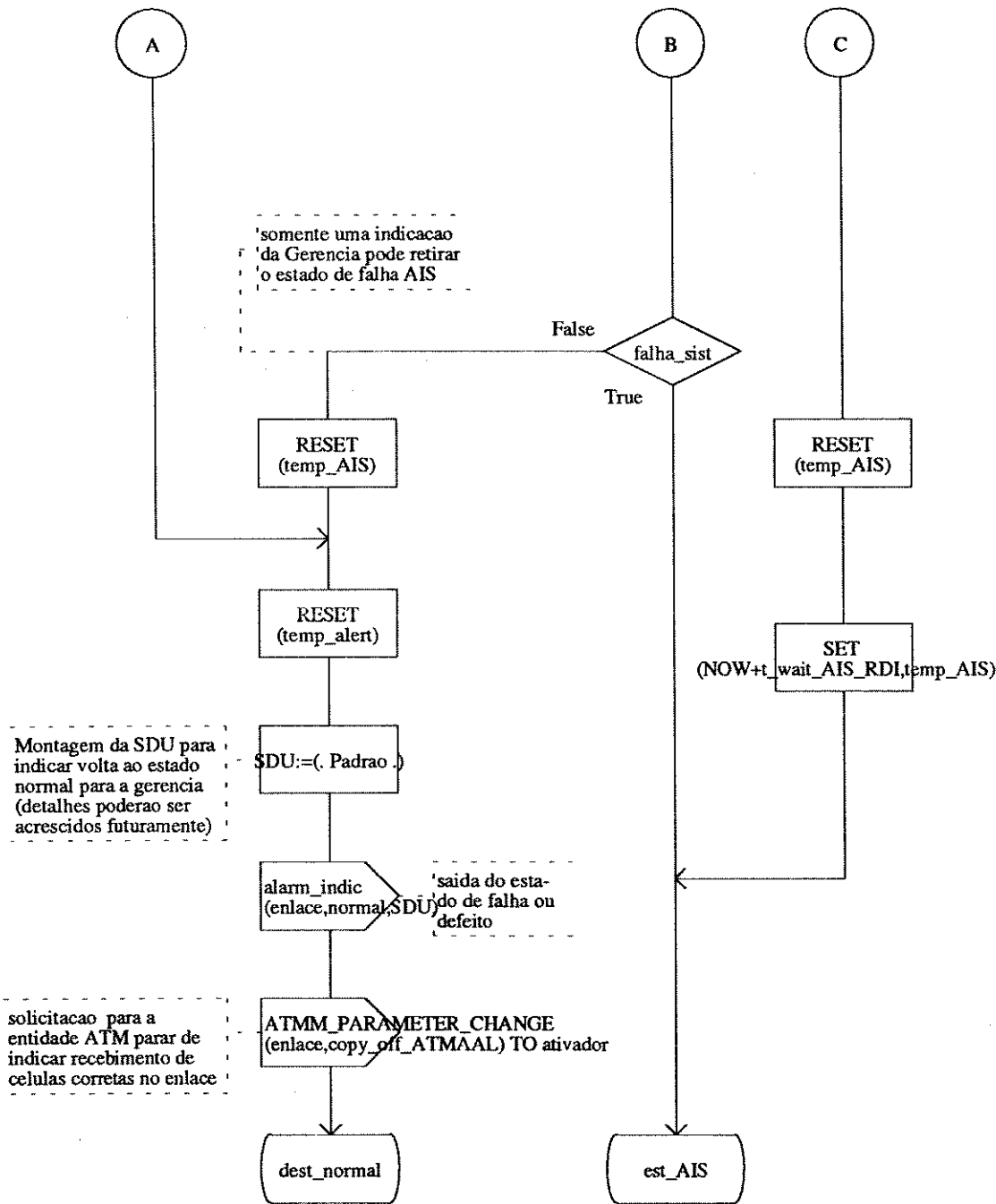
Procedure VP_destino_trat

2(3)



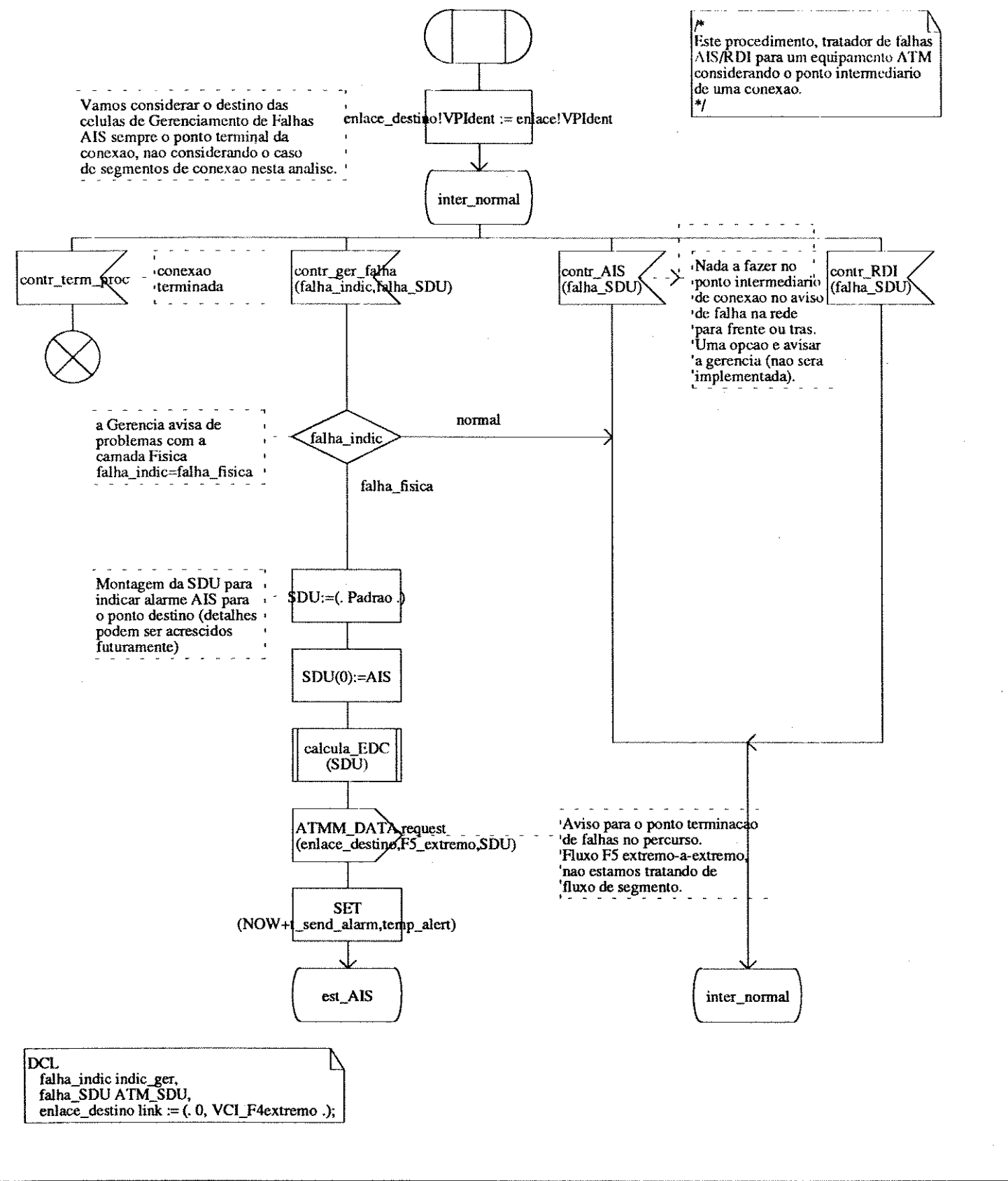
Procedure VP_destino_trat

3(3)



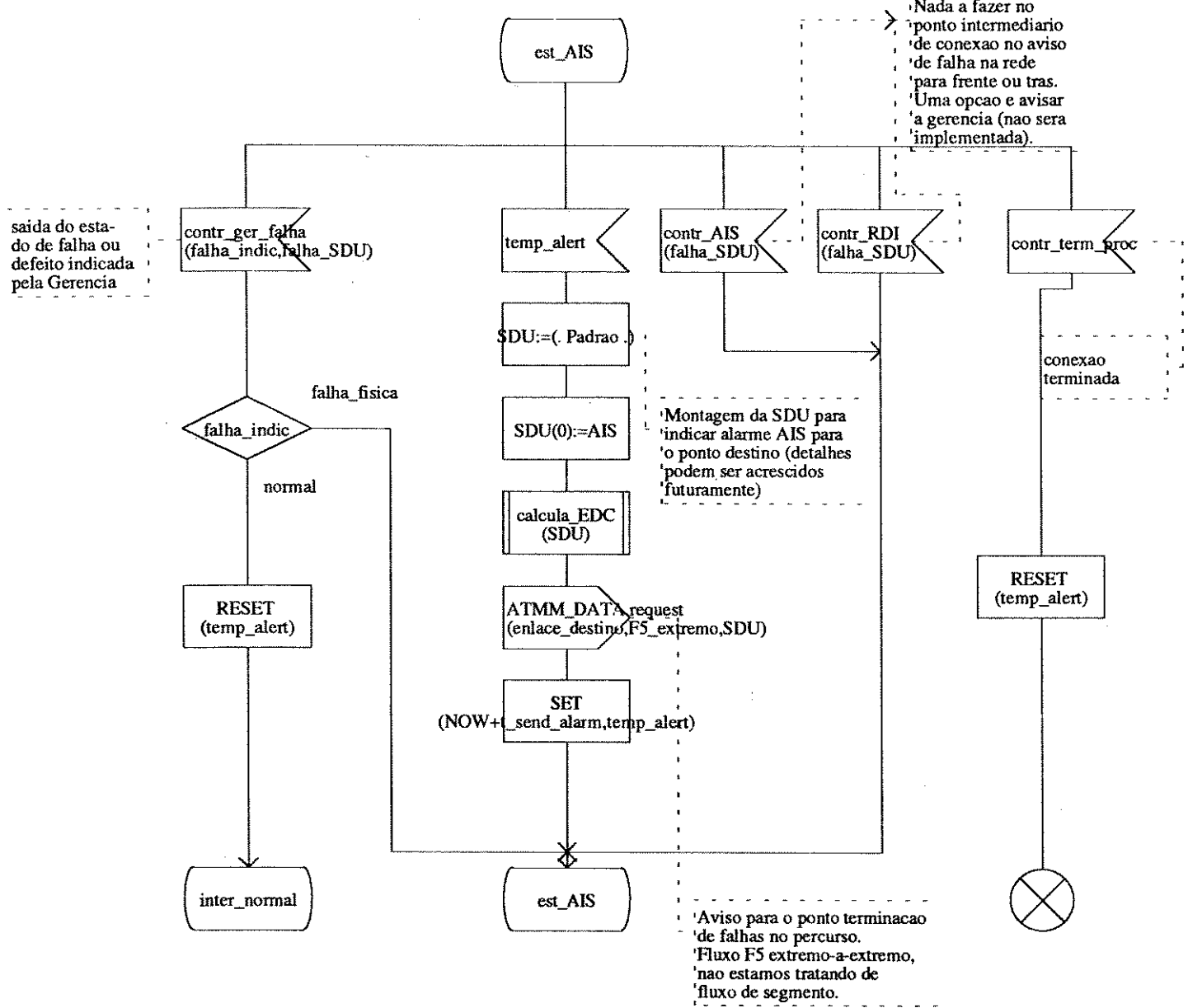
Procedure VP_interm_trat

1(2)



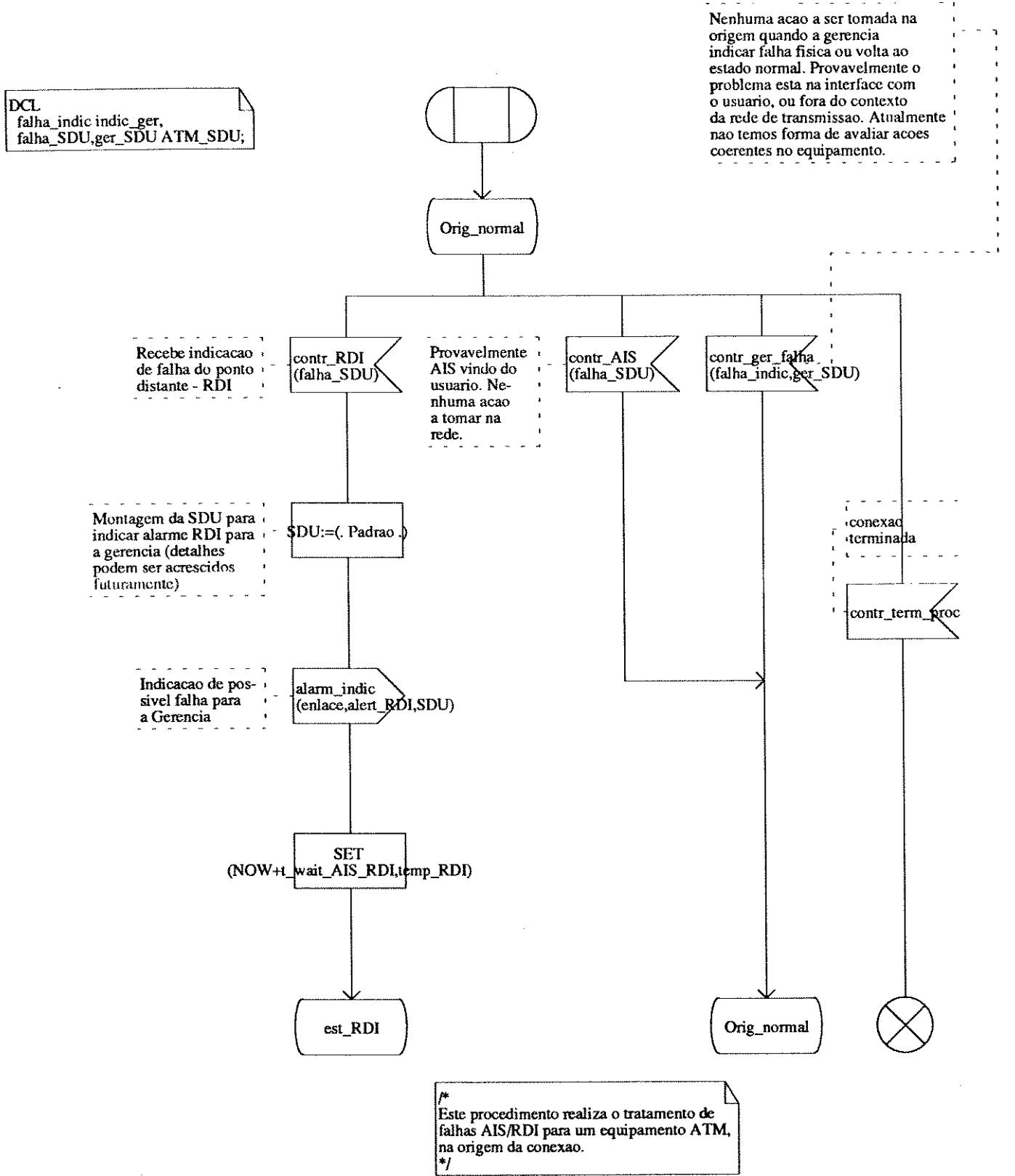
Procedure VP_interm_trat

2(2)

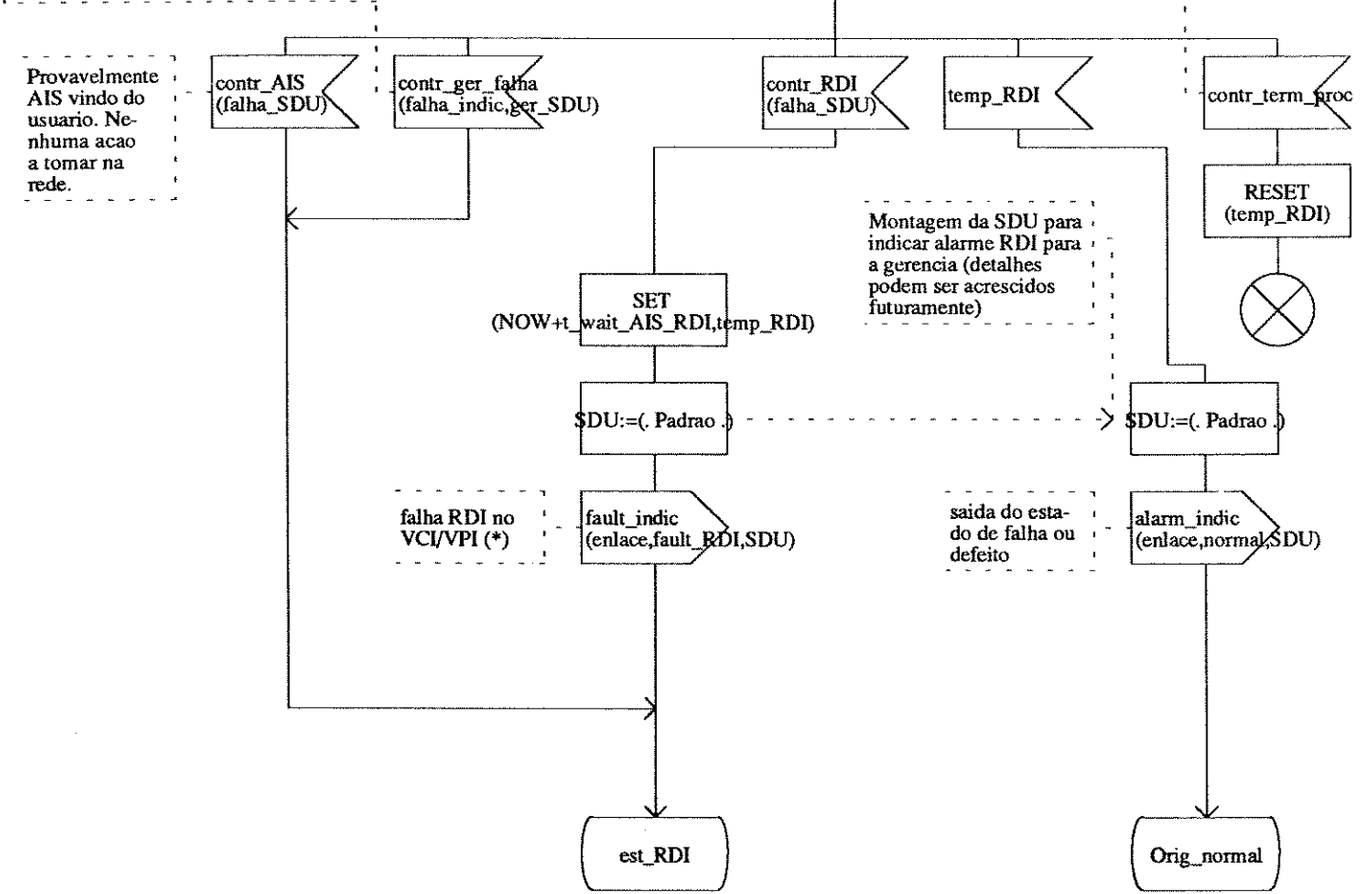


Procedure VP_origem_trat

1(2)



Nenhuma ação a ser tomada na origem quando a gerência indicar falha física ou volta ao estado normal. Provavelmente o problema está na interface com o usuário, ou fora do contexto da rede de transmissão. A saída do estado RDI não pode ser comandada pela gerência.



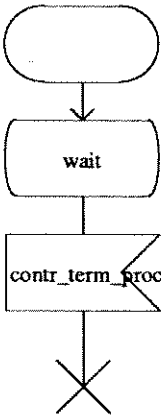
/*
 (*) neste ponto podemos colocar uma análise de sobrecarga de avisos (filtro), evitando-se notificações excessivas para a gerência!
 */

Process VP_Config_tratador

1(1)

```
(0,num_VPs);  
  
SIGNALSET  
  contr_term_proc;
```

/*
Este processo, tratador de Configuração para a camada ATM, está fora do escopo da análise realizada e das especificações disponíveis, ficando, portanto destinado a uma implementação futura.
*/



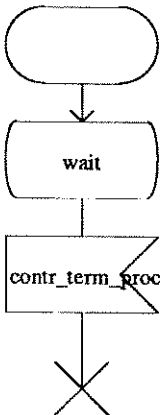
/*
Somente consumir os sinais que chegarem
*/

Process VP_Desemp_tratador

1(1)

(0,num_VPs);
SIGNALSET
contr_term_proc;

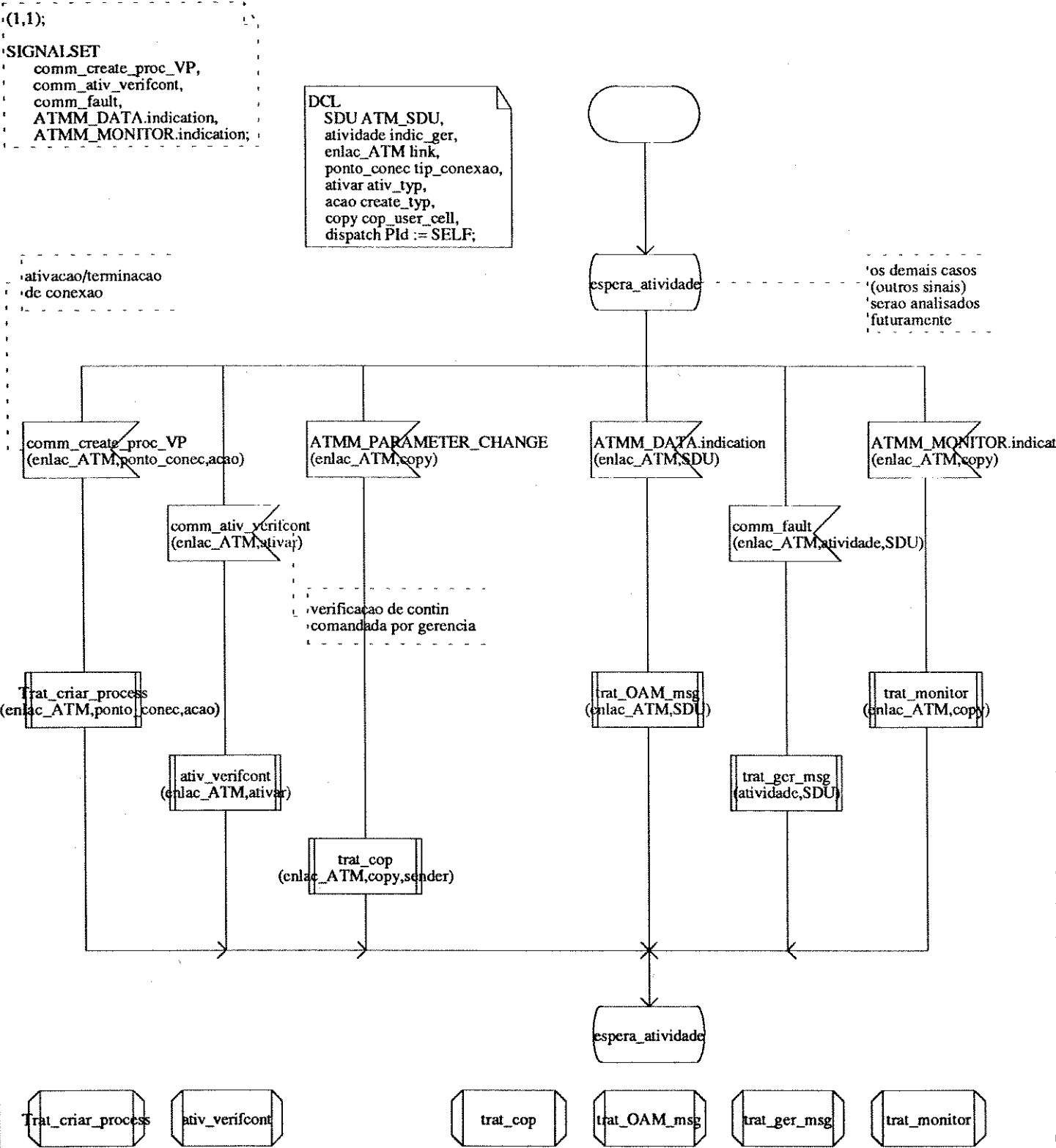
/*
Este processo, tratador de Desempenho,
esta fora do escopo da analise realizada,
embora haja especificacoes disponiveis
para uma possivel implementacao.
*/



/*
Somente consumir
os sinais que chegarem
*/

Process VP_Dispatch

1(2)



Process VP_Dispatch

2(2)

```
(1,1);  
SIGNALSET  
  comm_create_proc_VP,  
  comm_ativ_verifcont,  
  comm_fault,  
  ATMM_DATA.indication,  
  ATMM_MONITOR.indication;
```

/* Definicao da estrutura de dados que permitira armazenar os enderecos dos processos tratadores de eventos associados com os VPs para a entrega correta das SDUs de OAM que chegam no SAP */

```
NEWTYPE destin  
  ARRAY(VPs_length,PId);  
ENDNEWTYPE destin;
```

```
NEWTYPE cop_ativ  
  ARRAY(VPS_length,Boolean);  
ENDNEWTYPE cop_ativ;
```

```
DCL  
  configuracao destin := (. NULL .),  
  desempenho destin := (. NULL .),  
  falhas destin := (. NULL .),  
  verifc_contin_orig destin := (. NULL .),  
  verifc_contin_dest destin := (. NULL .),  
  loopback destin := (. NULL .),  
  seguranca destin := (. NULL .),  
  tarifacao destin := (. NULL .);
```

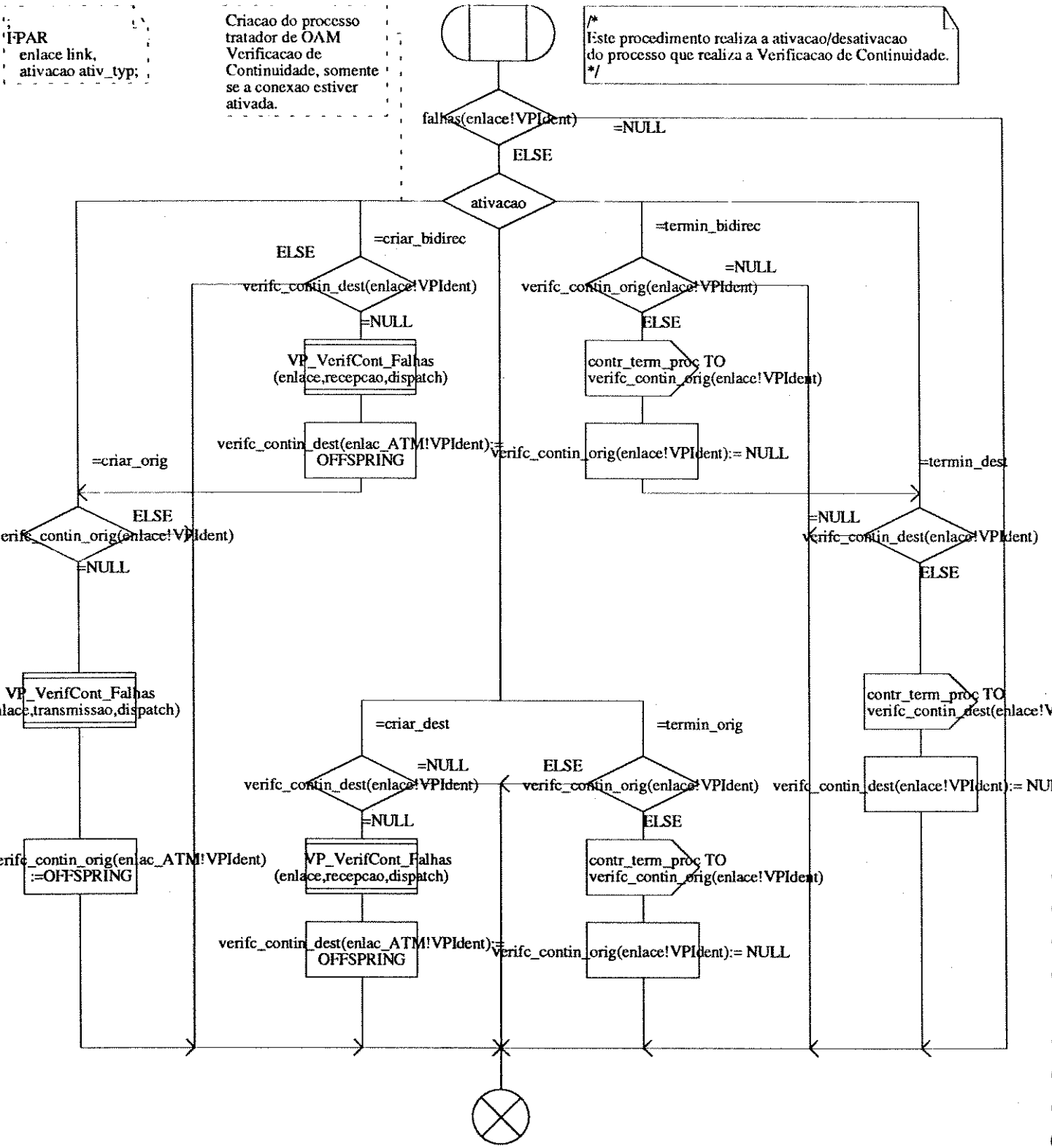
DCL

/* Para o controle da funcao de verificacao chegada de celulas na Camada Fisica, que pode ser solicitada tanto pelo processo tratamento de falhas como pela verificacao de continuidade, foram necessarias as variaveis:
"copias" (controle da ativacao da funcao);
"falhas_cop" (se a ativacao foi feita pelo tratamento de falhas).
*/

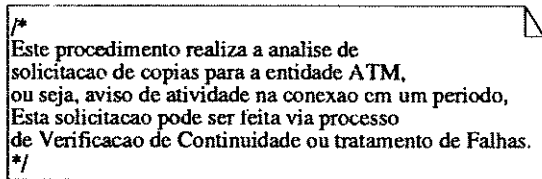
```
  copias cop_ativ := (. False .),  
  falhas_cop cop_ativ := (. False .);
```

Procedure ativ_verifcont

1(1)

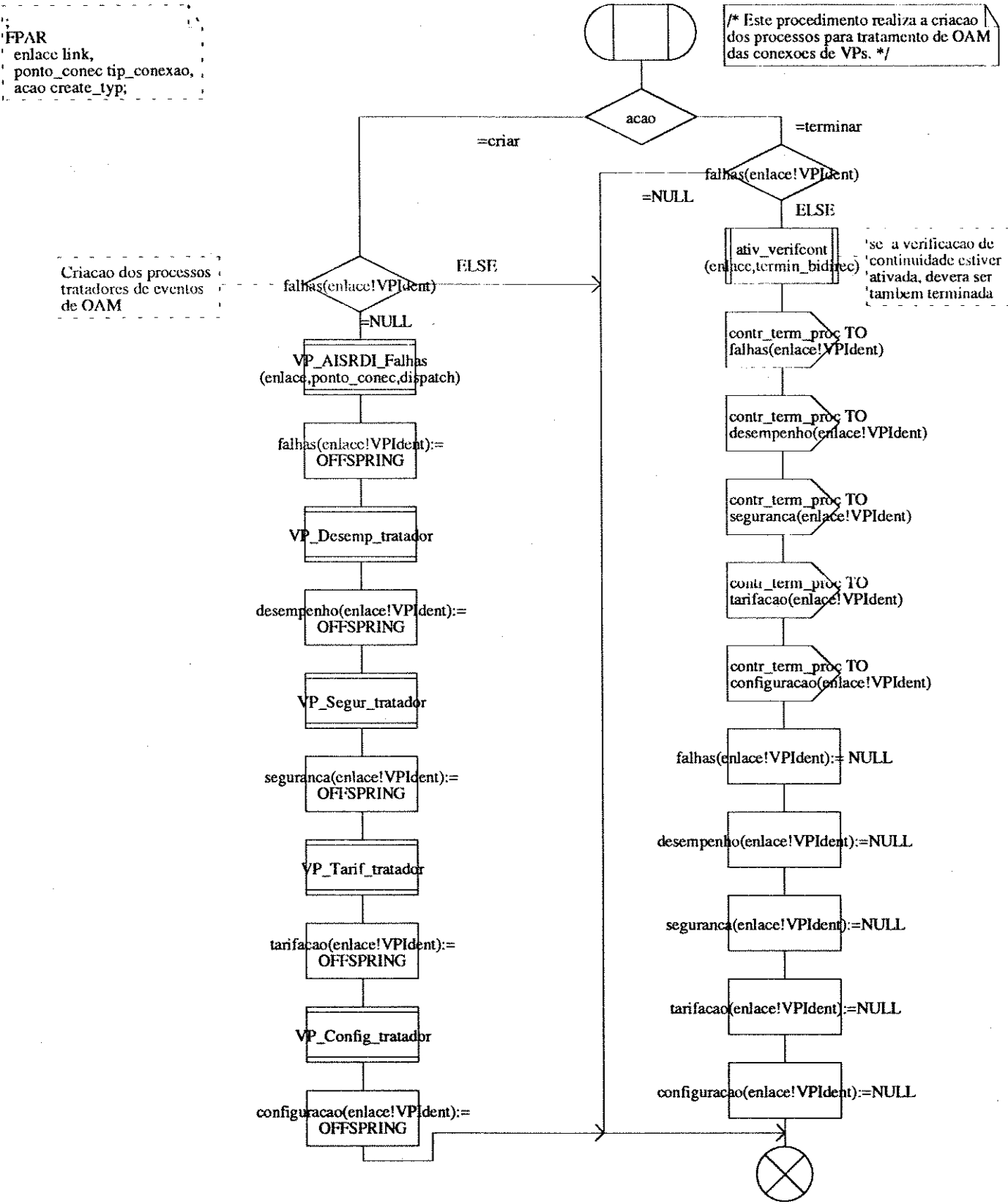


1(1)



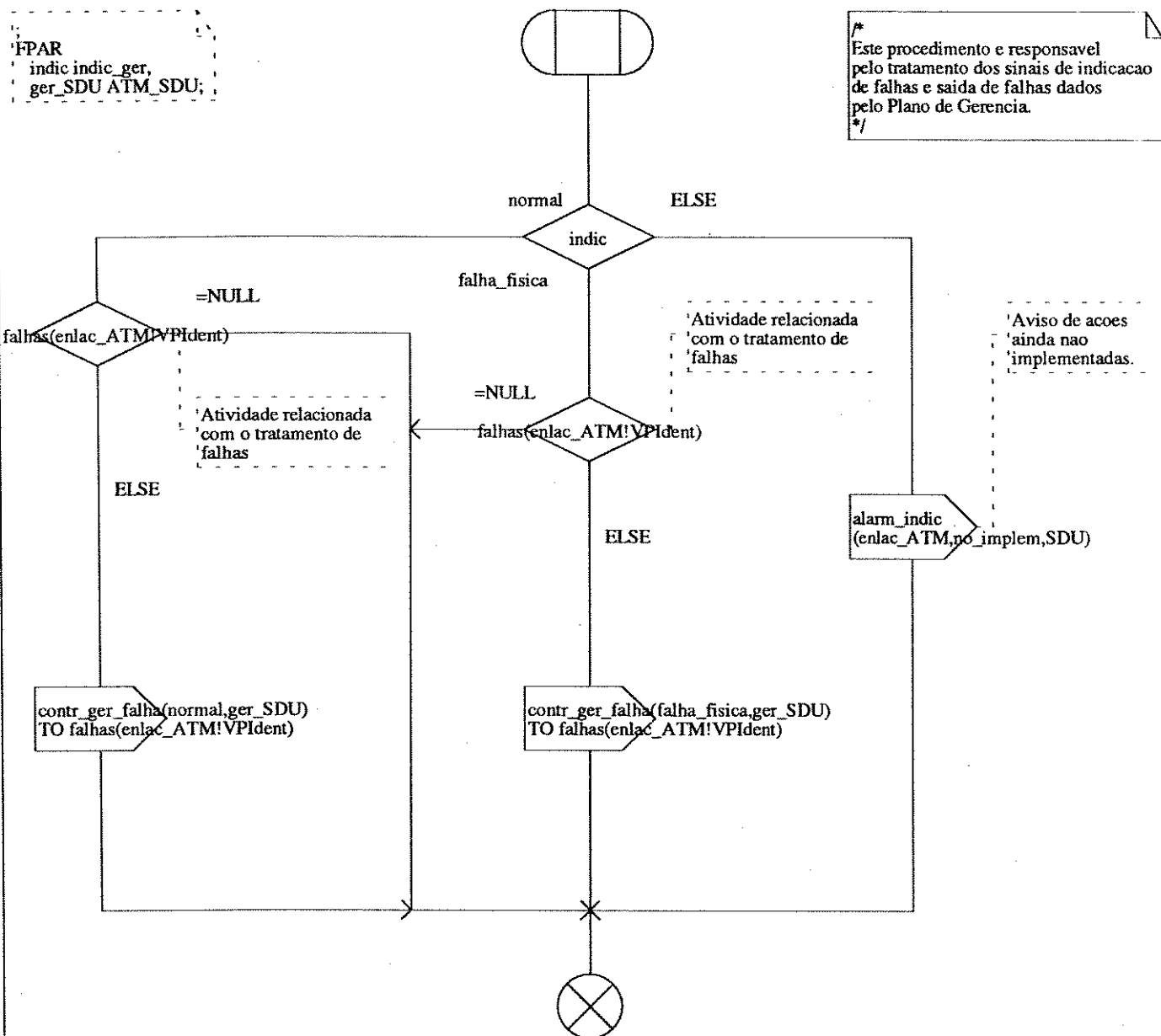
Procedure Trat_criar_process

1(1)



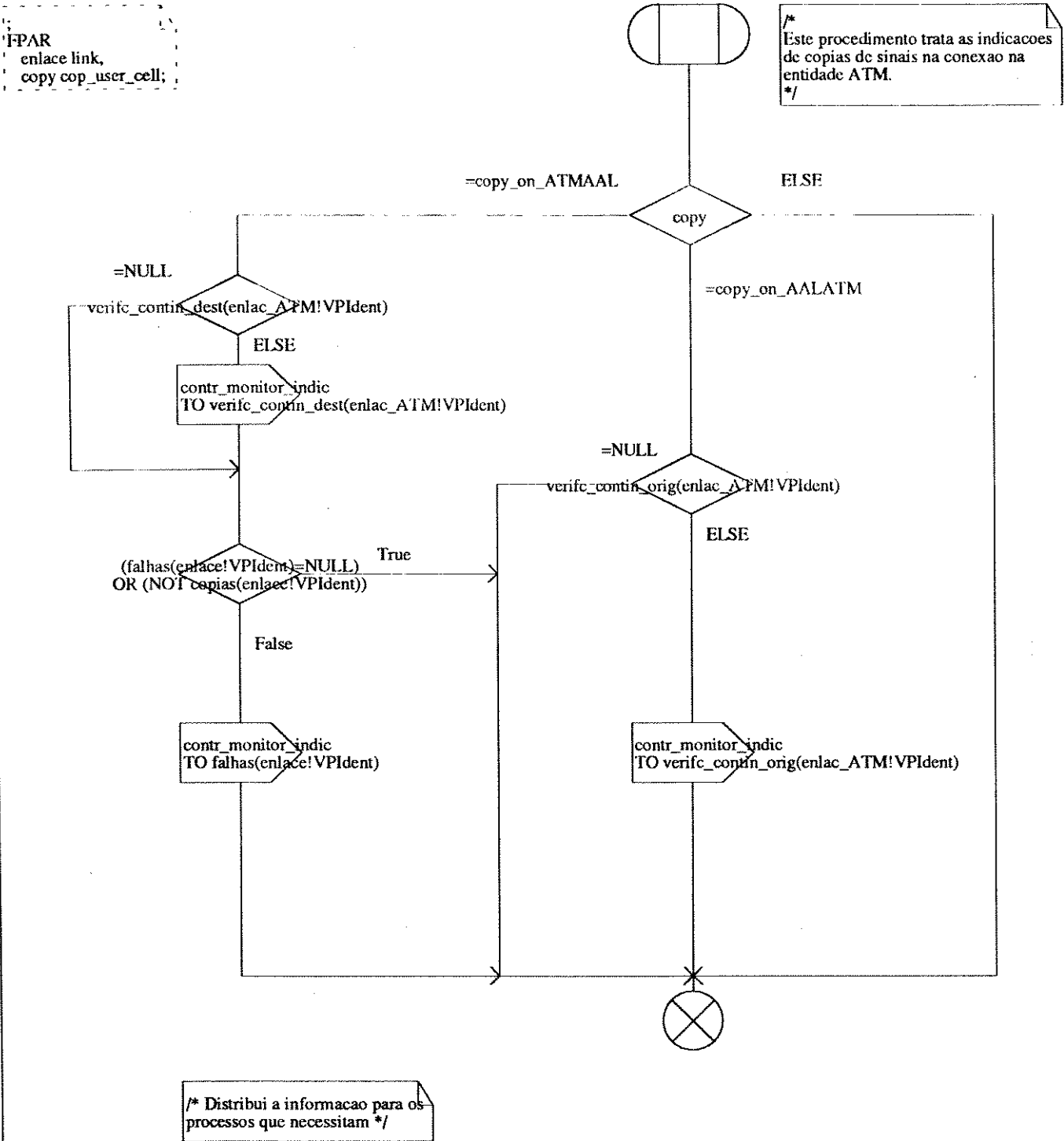
1(1)

Procedure trat_ger_msg



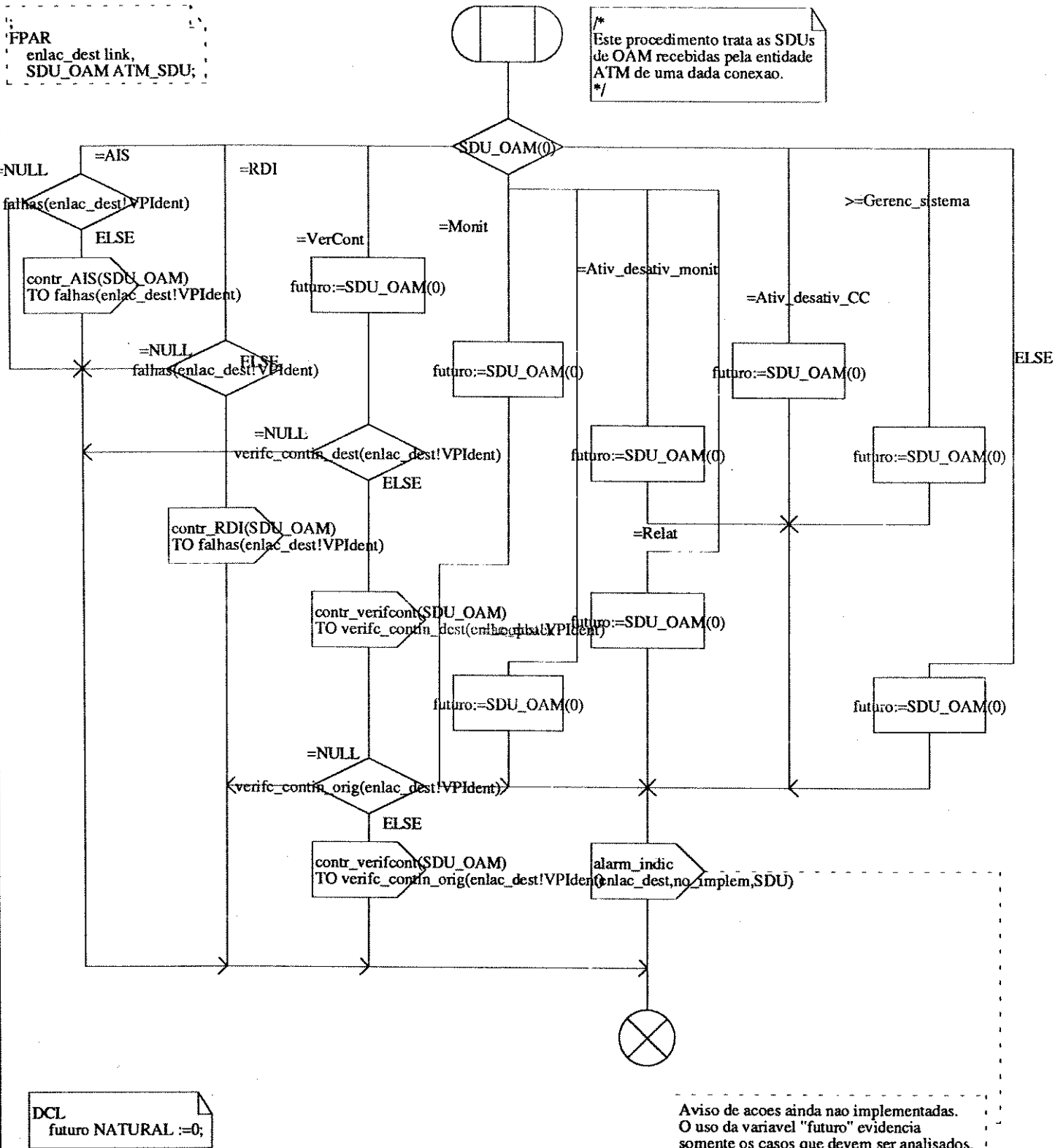
Procedure trat_monitor

1(1)



Procedure trat_OAM_msg

1(1)

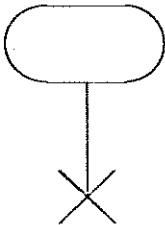


Process VP_Loopback_Falhas

1(1)

(0,num_VPs);

/* Este processo, tratador de LOOPBACK para VPs da camada ATM, esta fora do escopo da analise realizada ficando, destinado a uma implementacao futura */

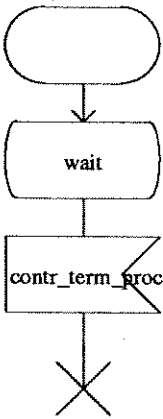


Process VP_Segur_tratador

1(1)

(0,num_VPs);
SIGNALSET
contr_term_proc;

/*
Este processo, relacionado com a
Seguranca do Acesso, esta fora
do escopo da analise realizada
e das especificacoes disponiveis,
ficando, portanto destinado a uma
implementacao futura.
*/



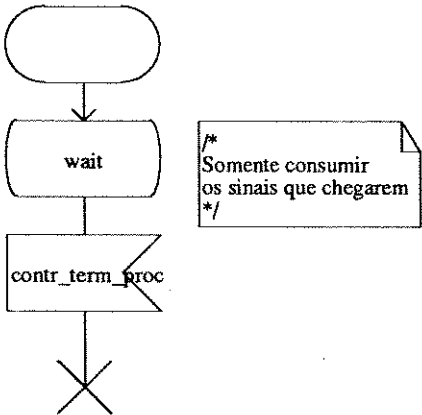
/*
Somente consumir
os sinais que chegarem
*/

Process VP_Tarif_tratador

1(1)

(0,num_VPs);
SIGNALSET
contr_term_proc;

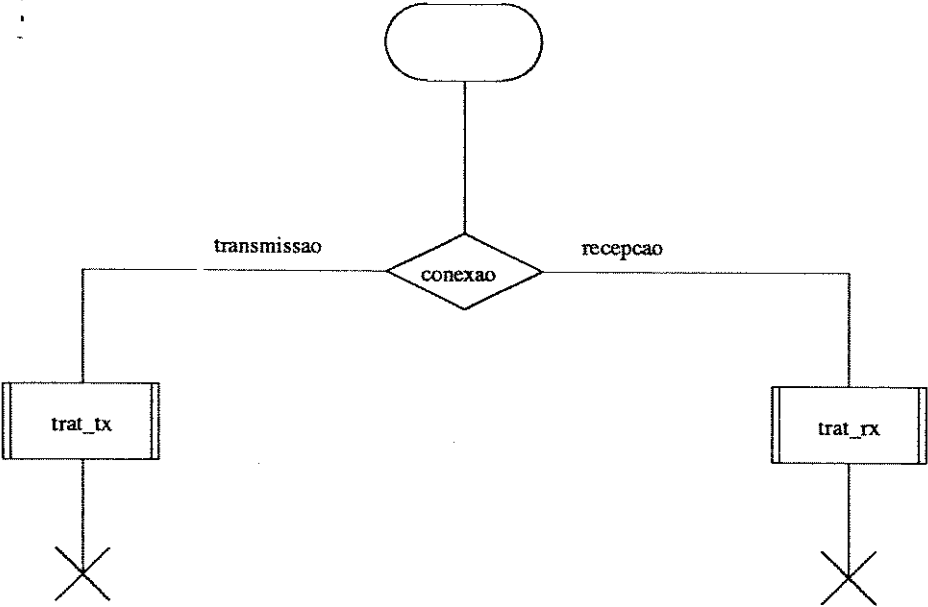
/*
Este processo, relacionado com a
Tarifacao dos recursos usados, esta
fora do escopo da analise realizada
e das especificacoes disponiveis,
ficando, portanto destinado a uma
implementacao futura.
*/



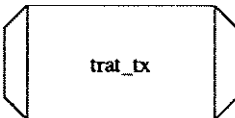
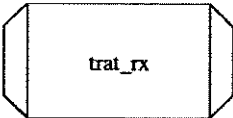
Process VP_VerifCont_Falhas

1(1)

(0,num_VPs);
FPAR
enlac_ATM link,
conexao ativ_CC,
ativador PId;
SIGNALSET
comm_ativ_verifcont,
contr_monitor_indic,
contr_term_proc,
contr_verifcont;



TIMER
temp_vercont;
SYNONYM
t_verif_cont
DURATION = 1;
SYNONYM
t_continuity
DURATION = 2;
SYNONYM
t_verif_fault
DURATION = 4;
DCL
SDU ATM_SDU := (. Padrao .);

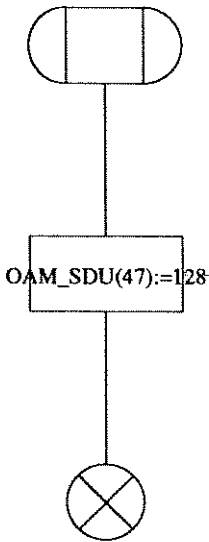


Procedure calcEDC

1(1)

PAR
IN/OUT OAM_SDU ATM_SDU;

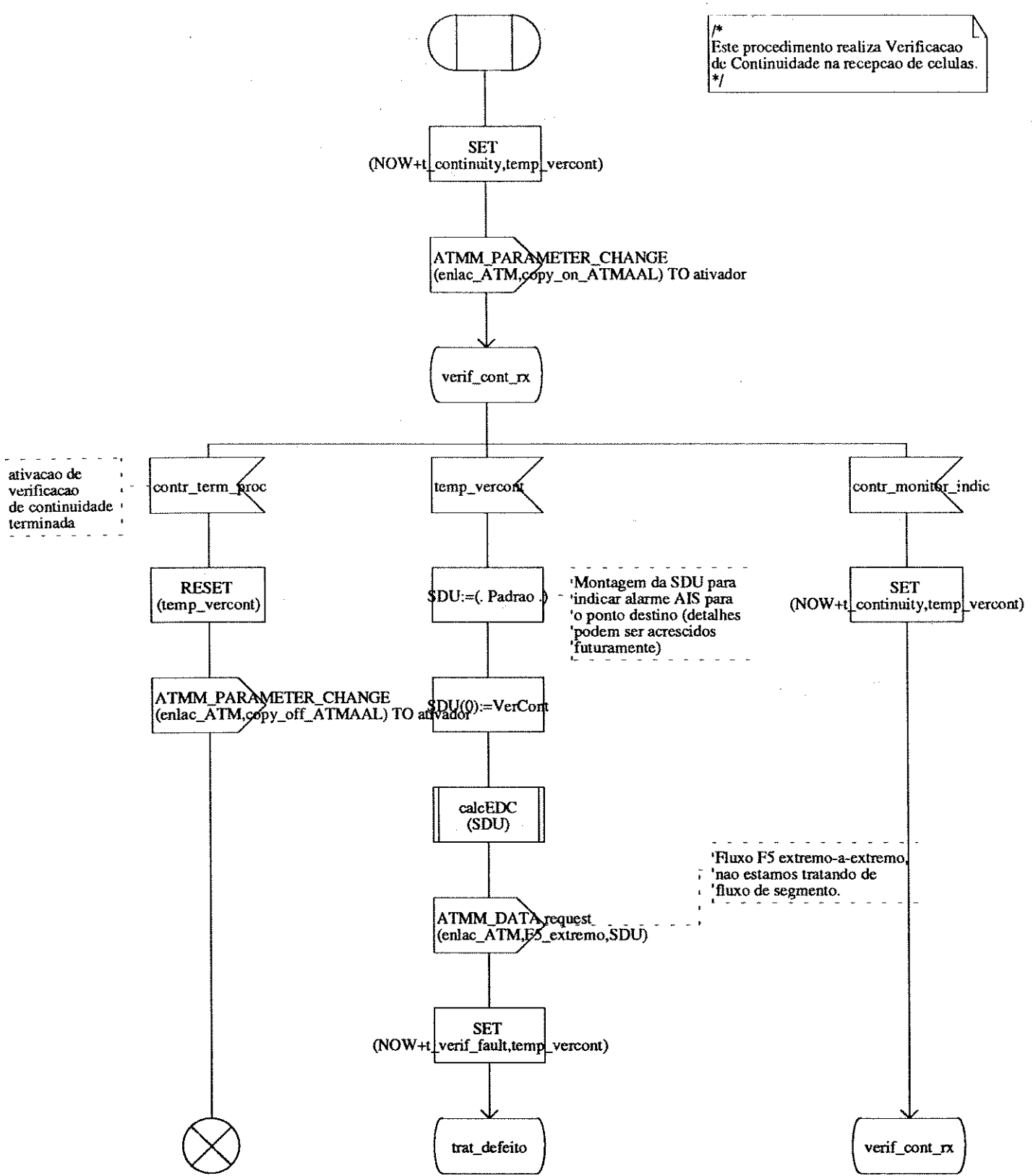
/*
Este procedimento calcula o EDC (Error Detector Code).
De facil implementacao, porem um nivel
de detalhe que nao temos necessidade neste escopo.
*/



o calculo do EDC (Error Detection Code)
deve seguir as recomendacoes. A sua implementacao
foi relegada para o futuro. Assumimos um valor
que deve ser atribuido aos 10 ultimos bits da
SDU.

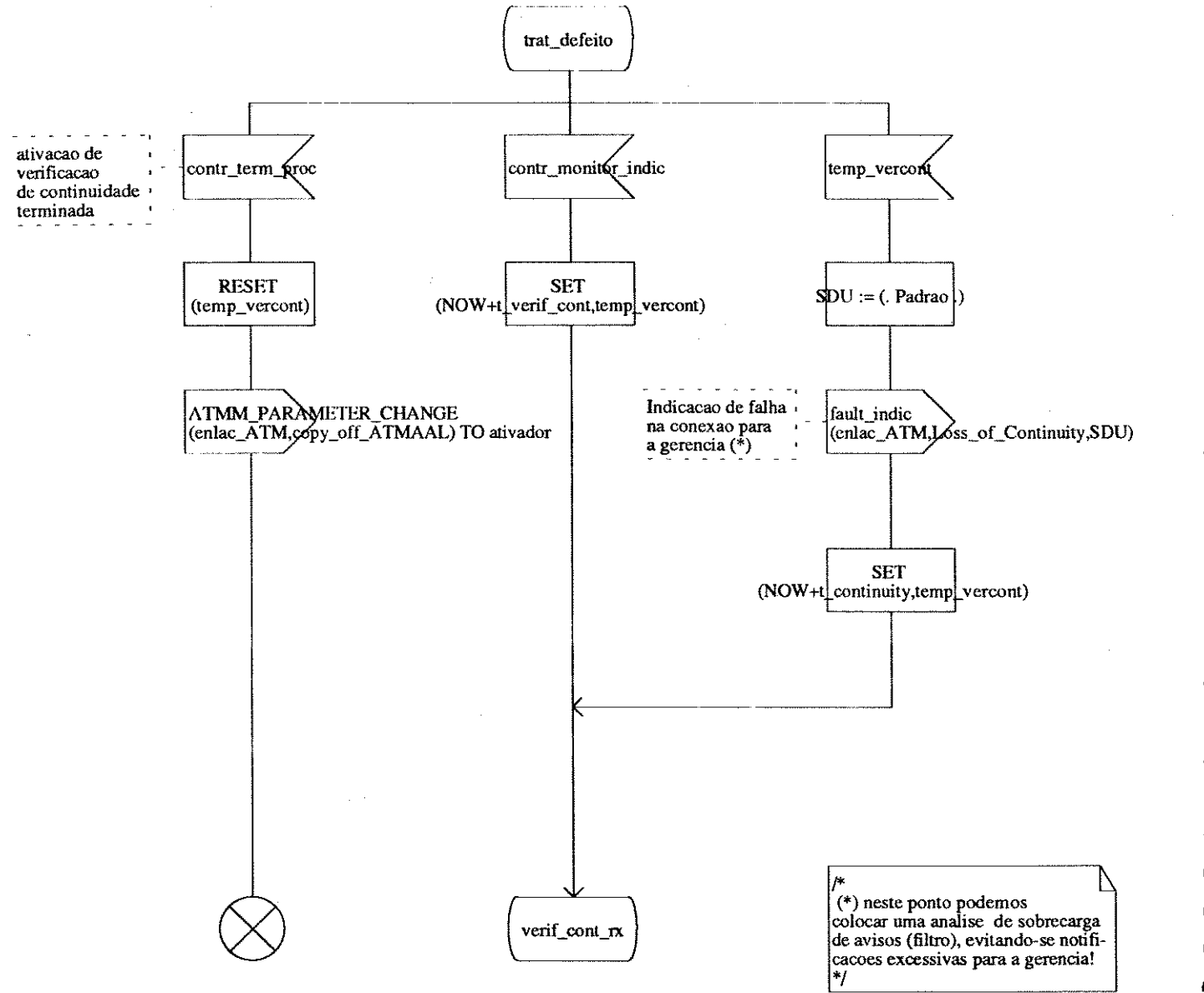
Procedure trat_rx

1(2)

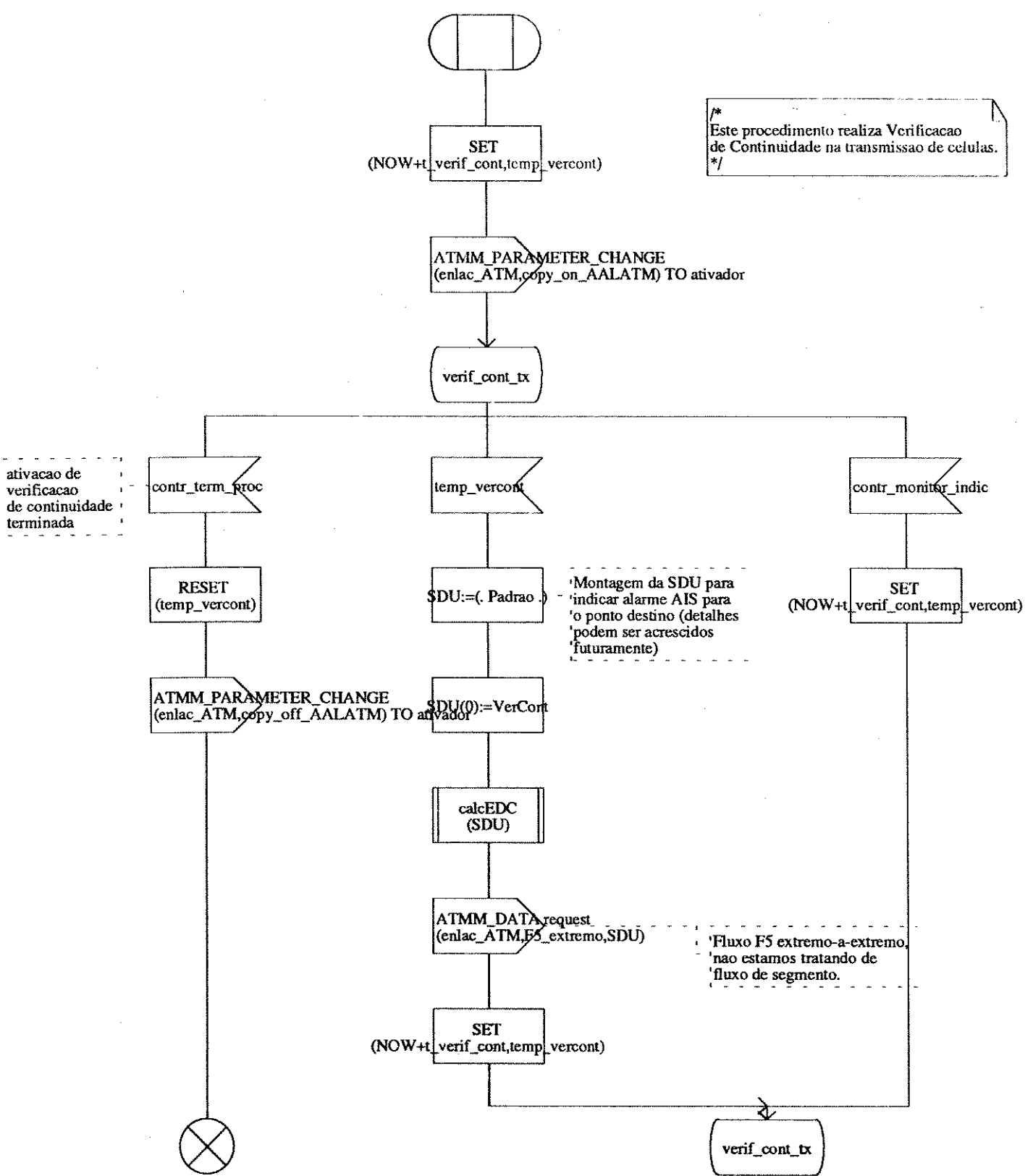


Procedure trat_rx

2(2)



Procedure trat_tx 1(1)

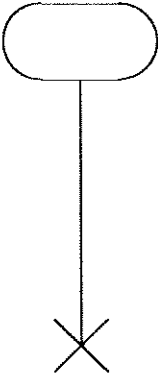


Process VC_Config_tratador

1(1)

(0,num_VCs);

/*
Este processo, tratador de Configuração para a camada ATM, está fora do escopo da análise realizada e das especificações disponíveis, ficando, portanto destinado a uma implementação futura.
*/



/*
Somente consumir os sinais que chegarem
*/

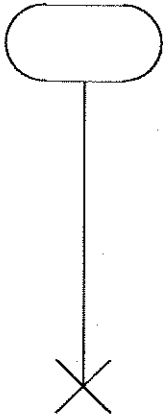
Process VC_Desemp_tratador

1(1)

(0,num_VCs);

/*
Este processo, tratador de Desempenho,
esta fora do escopo da analise realizada,
embora haja especificacoes disponiveis
para uma possivel implementacao.
*/

/*
Somente consumir
os sinais que chegarem
*/

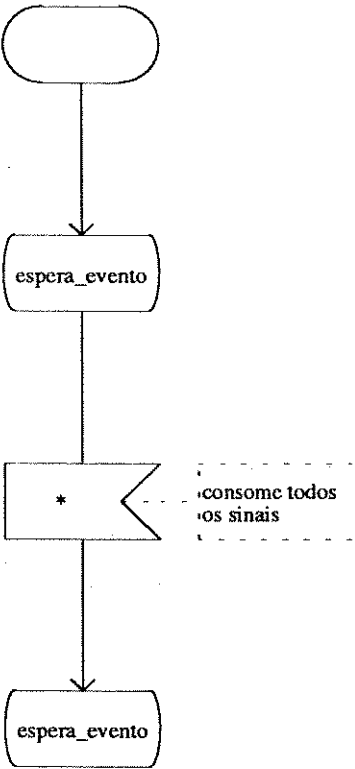


Process VC_Dispatch

1(1)

(1,1);

/*
Este processo, centralizador das funcoes
de OAM para VCs devera seguir um padrao
semelhante ao VP_Dispatch. Porém, ainda
nao sera desenvolvido neste contexto.
*/

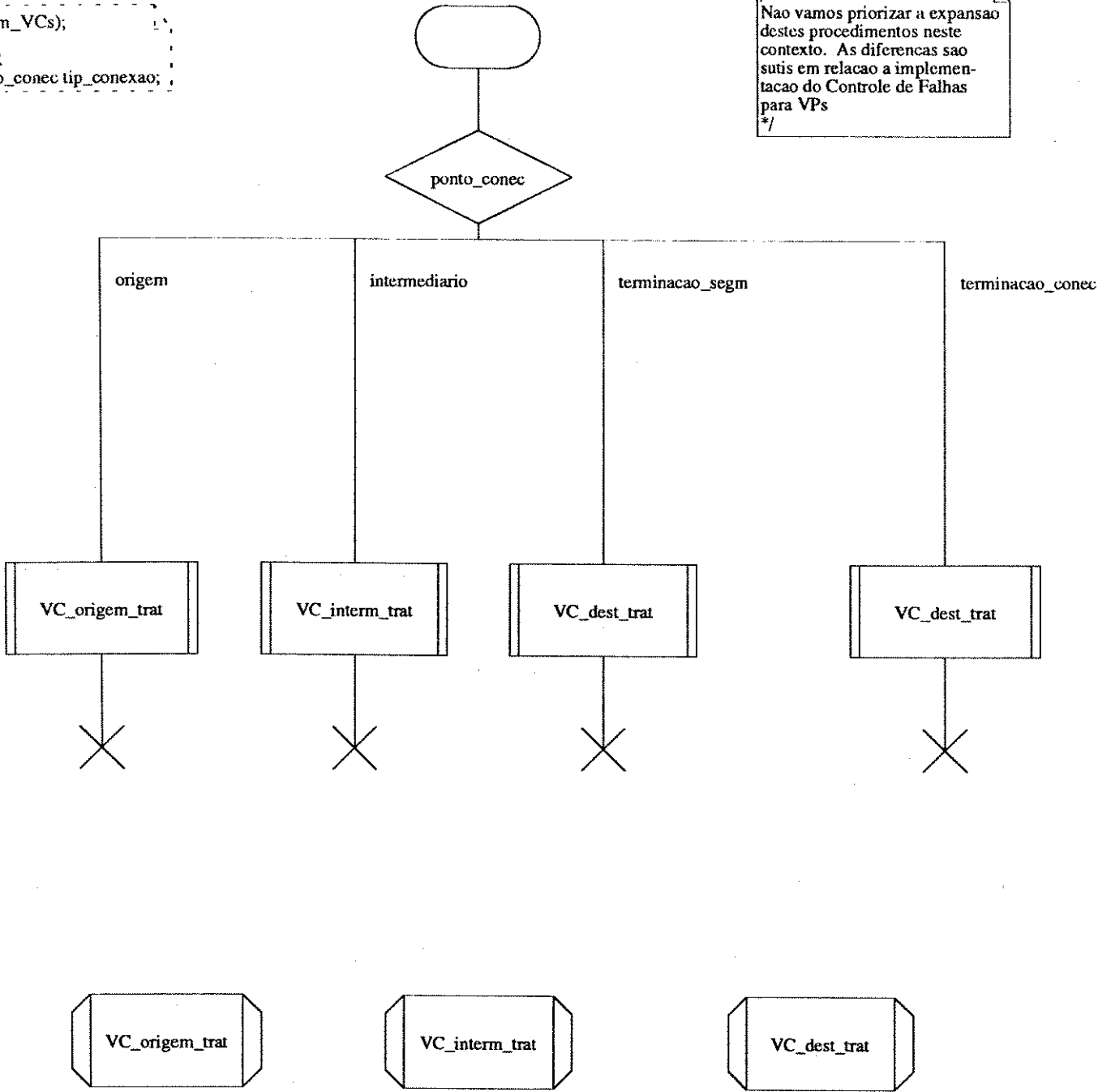


Process VC_Falhas_tratador

(0,num_VCs);
FPAR
ponto_conec tip_conexao;

/*
Nao vamos priorizar a expansao
destes procedimentos neste
contexto. As diferencas sao
sutis em relacao a implemen-
tacao do Controle de Falhas
para VPs
*/

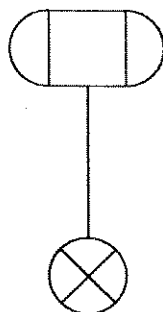
1(1)



Procedure VC_dest_trat

1(1)

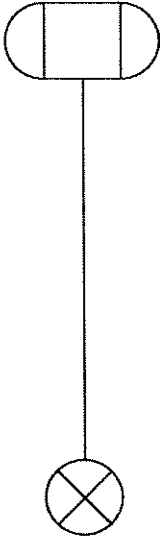
/*
Implementacao futura.
Deve porem seguir as orientacoes
desenvolvidas para o tratamento
de falhas de VPs, com as peculiaridades
de VCs que possam existir.
*/



Procedure VC_interm_trat

1(1)

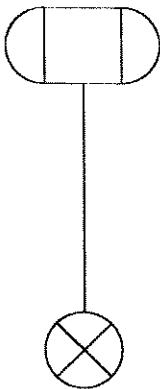
/*
Implementacao futura.
Deve porem seguir as orientacoes
desenvolvidas para o tratamento
de falhas de VPs, com as peculiaridades
de VCs que possam existir.
*/



Procedure VC_origem_trat

1(1)

/*
Implementacao futura.
Deve porem seguir as orientacoes
desenvolvidas para o tratamento
de falhas de VPs, com as peculiaridades
de VCs que possam existir.
*/



Process VC_Segur_tratador

1(1)

(0,num_VCs);

/*
Somente consumir
os sinais que chegarem
*/

/*
Este processo, relacionado com a
Seguranca do Acesso, esta fora
do escopo da analise realizada
e das especificacoes disponiveis,
ficando, portanto destinado a uma
implementacao futura.
*/

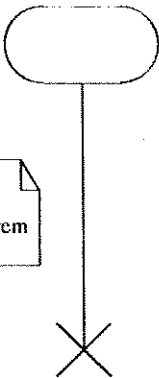
Process VC_Tarif_tratador

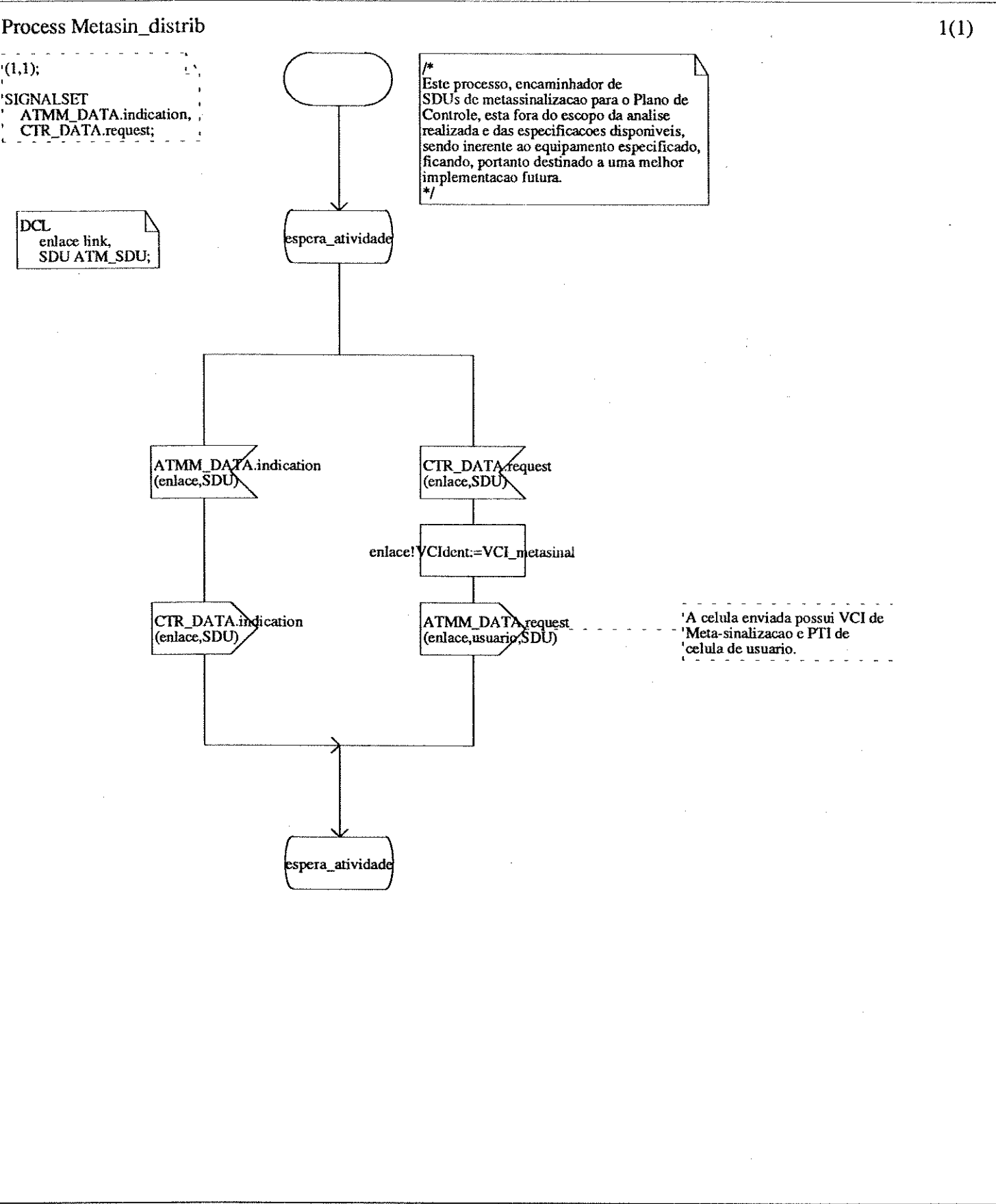
1(1)

(0,num_VCs);

/*
Este processo, relacionado com a
Tarifacao dos recursos usados, esta
fora do escopo da analise realizada
e das especificacoes disponiveis,
ficando, portanto destinado a uma
implementacao futura.
*/

/*
Somente consumir
os sinais que chegarem
*/





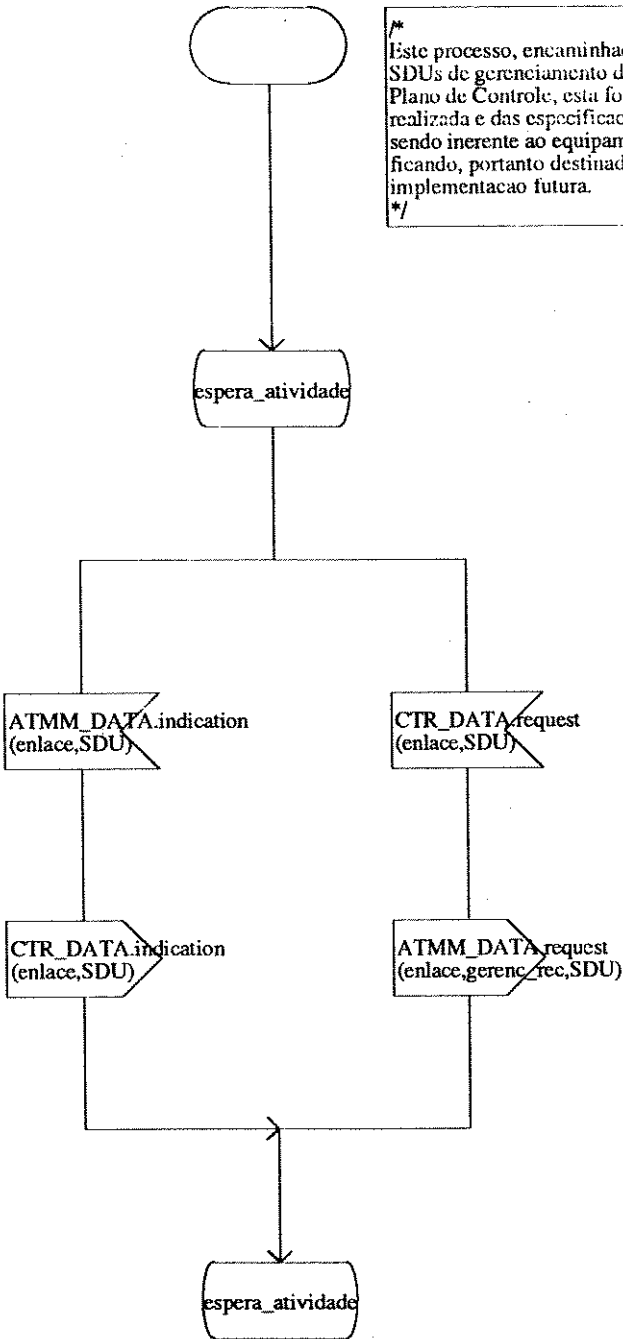
Process Recursos_distrib

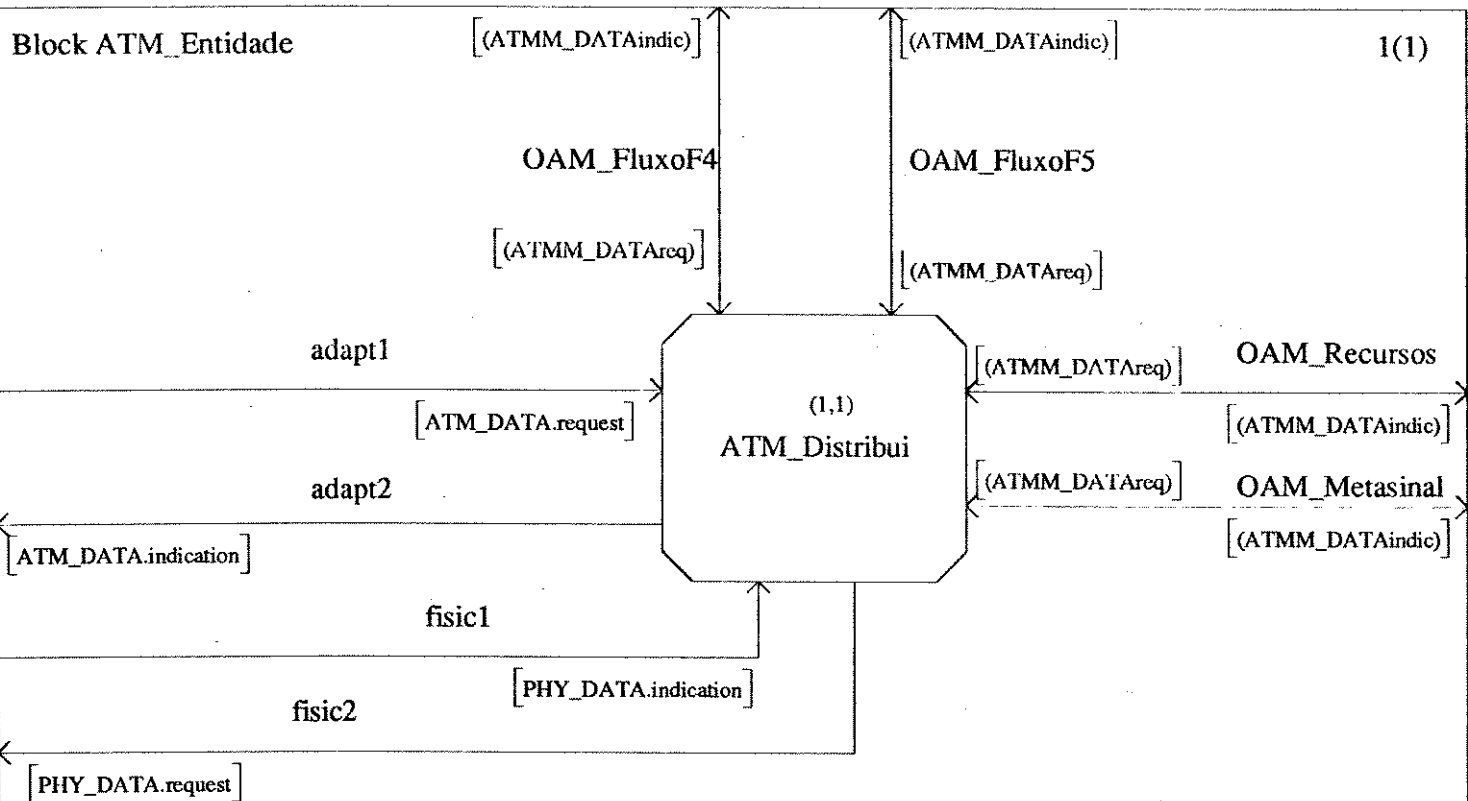
1(1)

(1,1);
SIGNALSET
ATMM_DATA.indication,
CTR_DATA.request;

DCL
enlace link,
SDU ATM_SDU;

/*
Este processo, encaminhador de
SDUs de gerenciamento de recursos para o
Plano de Controle, esta fora do escopo da analise
realizada e das especificacoes disponiveis,
sendo inerente ao equipamento especificado,
ficando, portanto destinado a uma melhor
implementacao futura.
*/





```
/* *****
INTERFACE de OAM
OAM_FluxoF4 - interface para transferencia
informacoes do fluxo de OAM no
nivel de VP
OAM_FluxoF5 - interface para transferencia
informacoes do fluxo de OAM no
nivel de VC
OAM_Recursos - interface para transferencia
de informacoes de Gerencia de
Recursos
OAM_Metasinal - interface para trans-
ferencia de informacoes de Meta-
sinalizacao
*****
*/
```

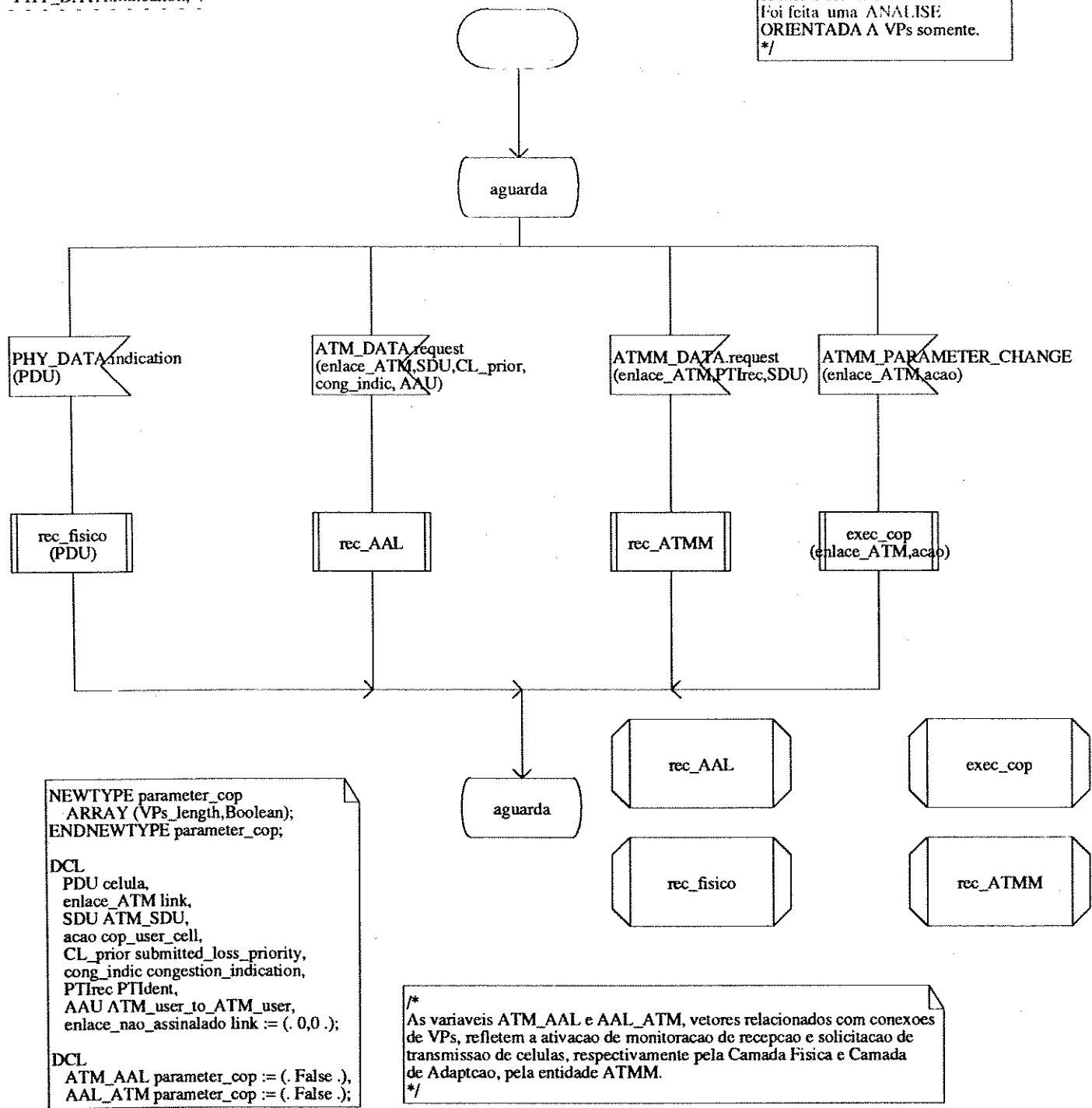
```
CONNECT e3 AND adapt1;
CONNECT e4 AND adapt2;
CONNECT e5 AND fisic1;
CONNECT e6 AND fisic2;
CONNECT OAM1 AND OAM_FluxoF4;
CONNECT OAM2 AND OAM_FluxoF5;
CONNECT OAM3 AND OAM_Recursos;
CONNECT OAM4 AND OAM_Metasinal;
```

Process ATM_Distribui

1(1)

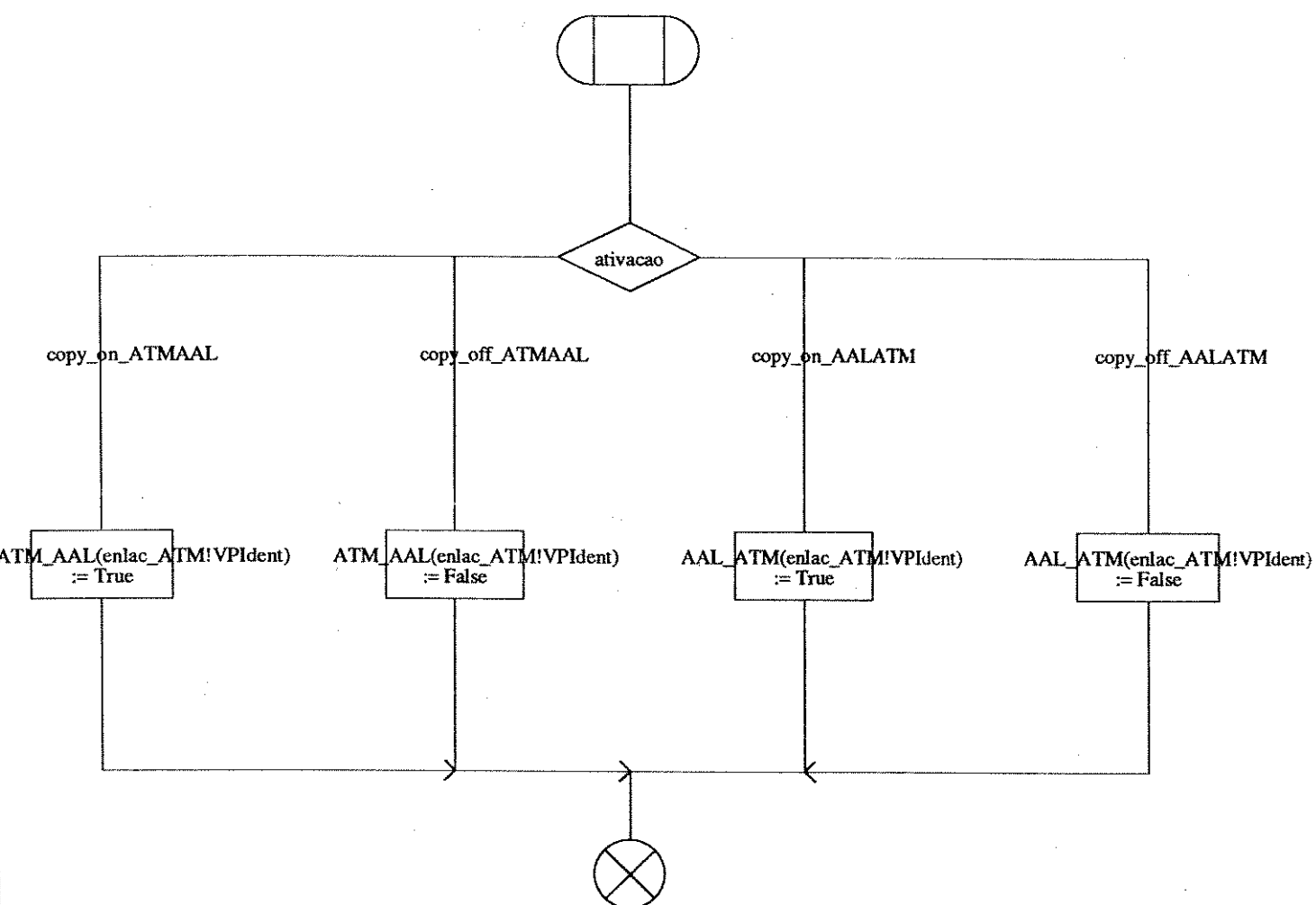
(1,1);
SIGNALSET
(ATMM_DATAreq),
ATM_DATA.request,
PHY_DATA.indication;

/*
Os procedimentos estao
criados utilizando uma logica
simples, analisando de forma
macro o problema, sem entretanto
se ater a detalhes.
Foi feita uma ANALISE
ORIENTADA A VPs somente.
*/



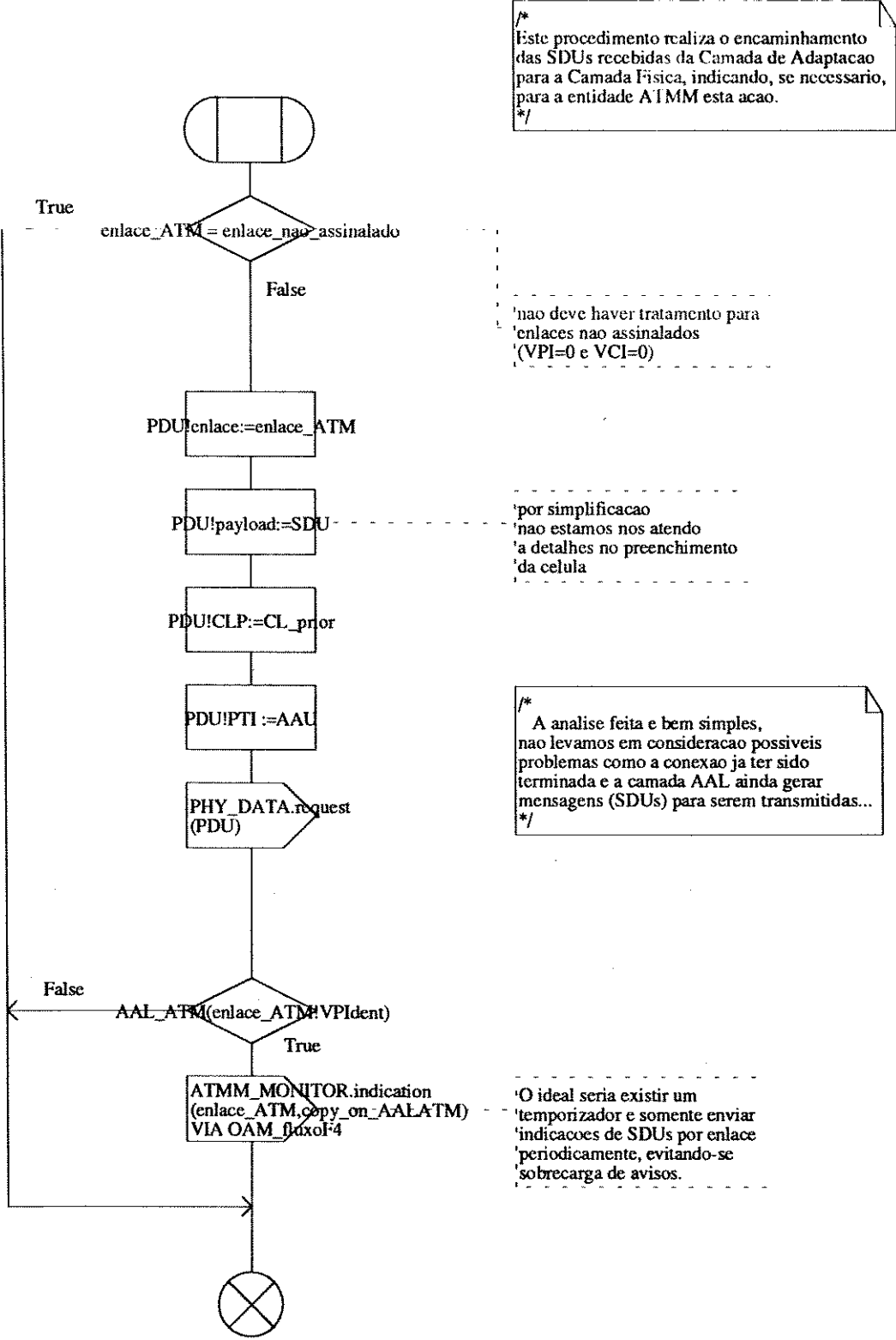
1(1)

*
Este procedimento realiza a ativacao e
desativacao de copias para a entidade
ATMM das transferencias executadas
pela entidade ATM.
*



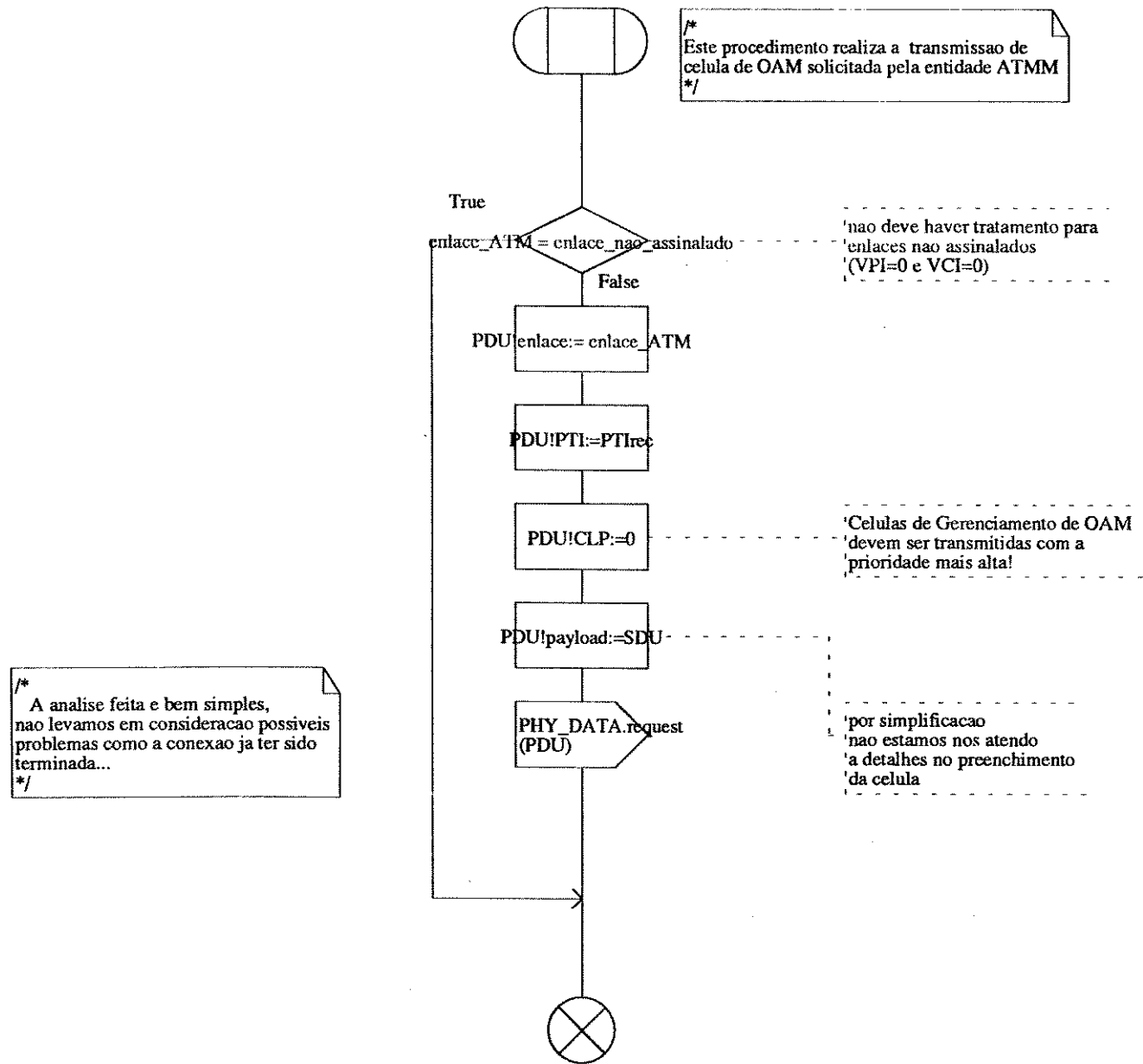
Procedure rec_AAL

1(1)



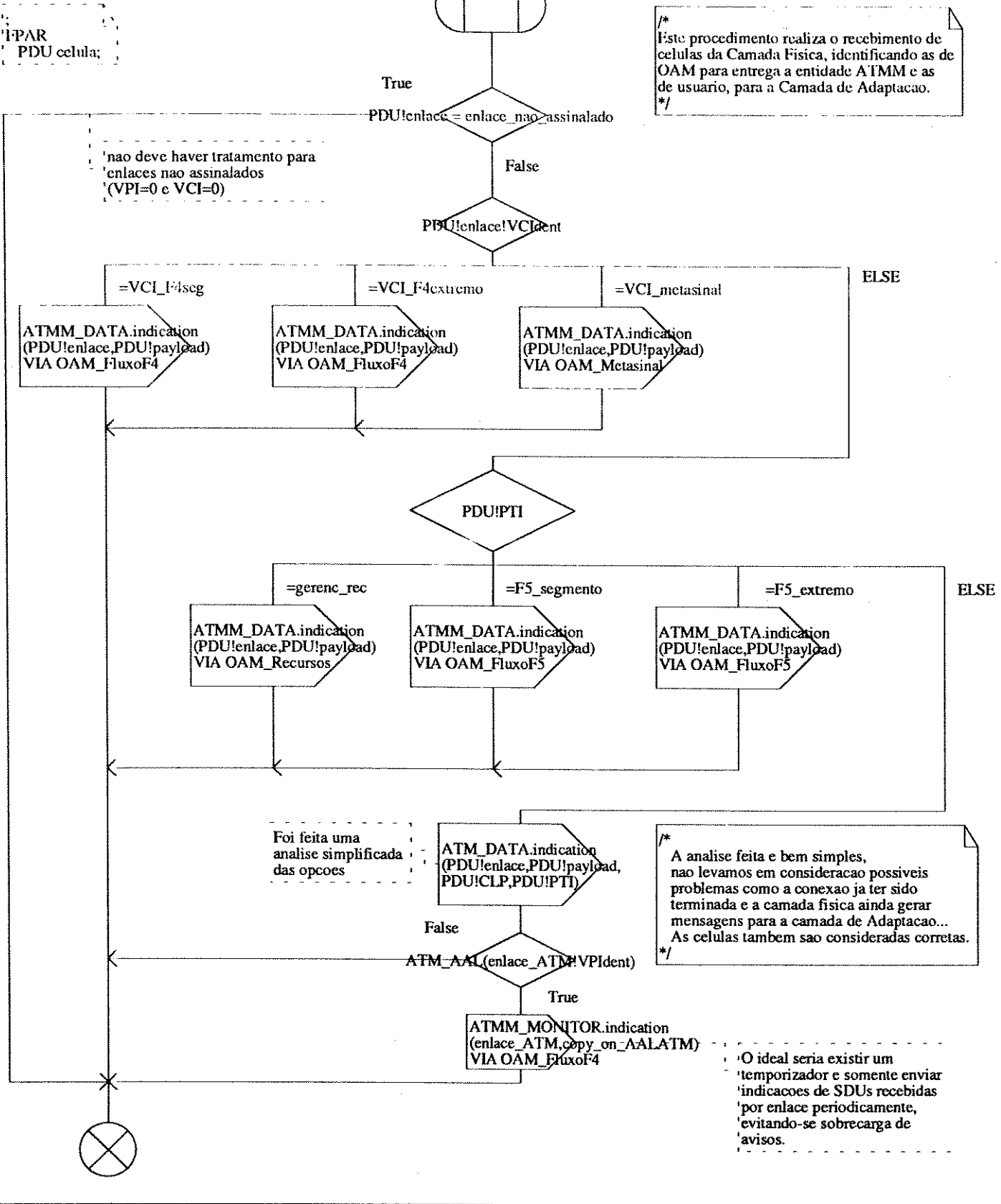
Procedure rec_ATMM

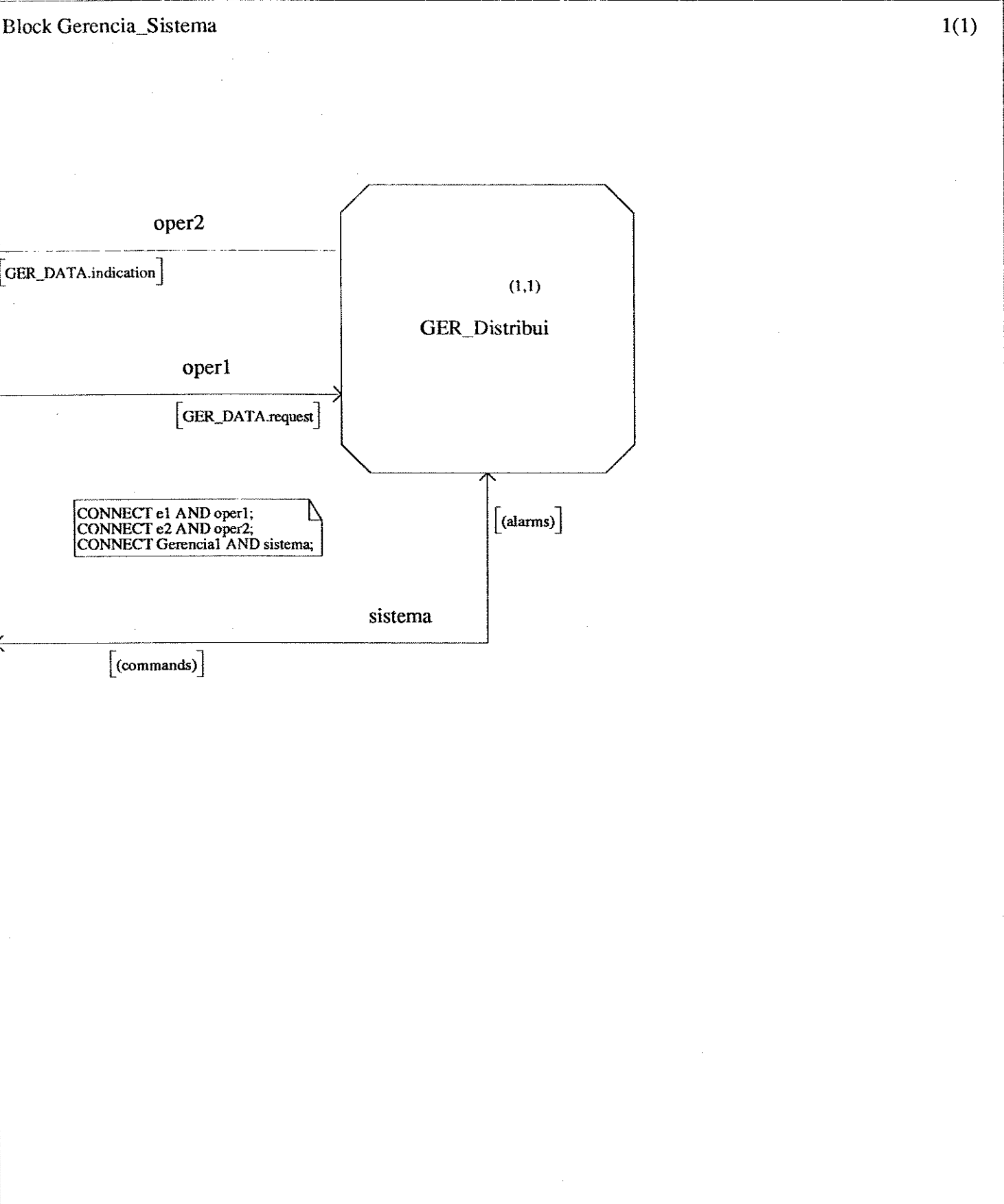
1(1)



Procedure rec_fisico

1(1)

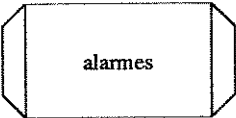
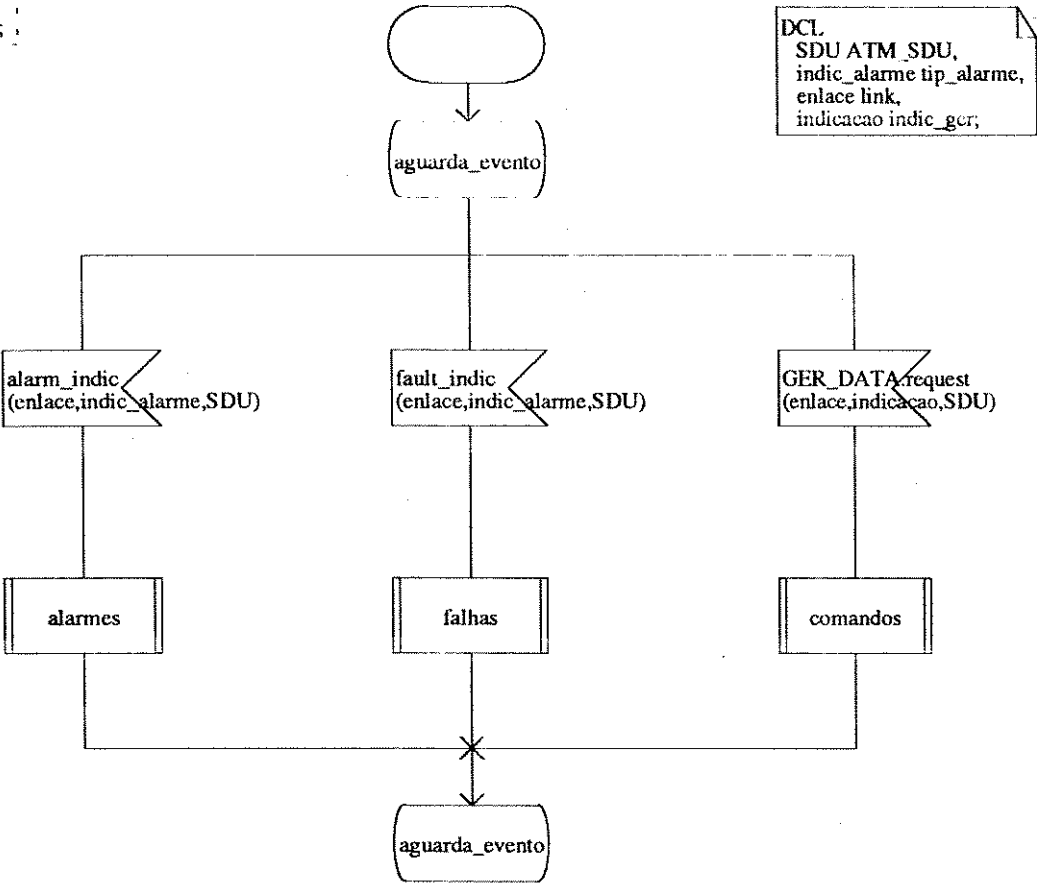




Process GER_Distribui

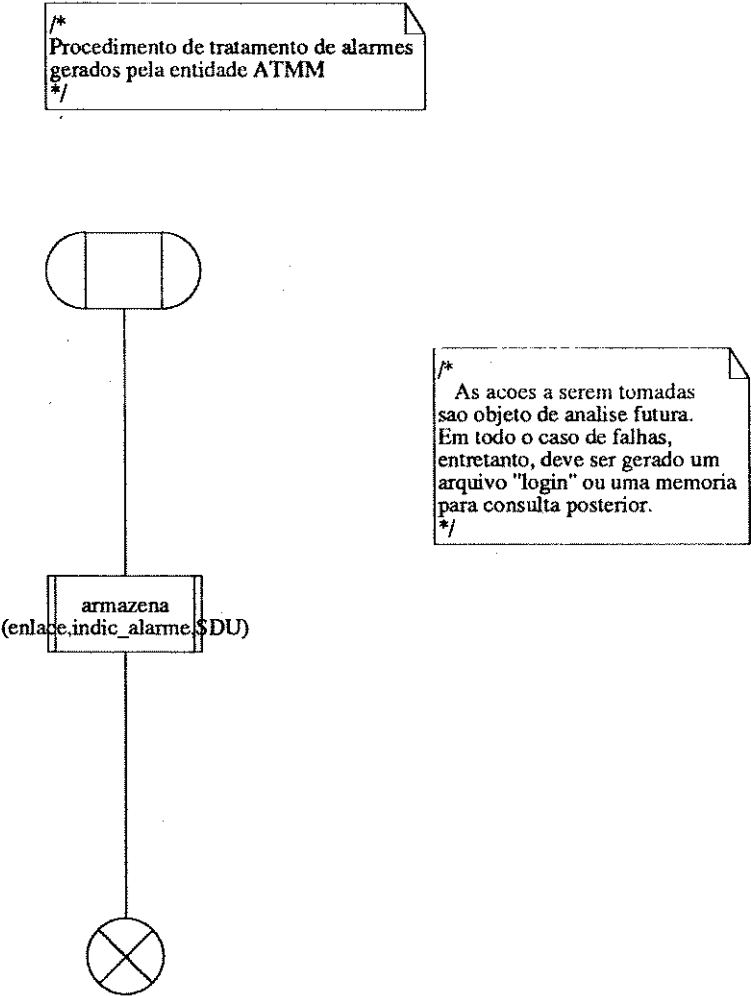
1(1)

(1,1);
SIGNALSET
alarm_indic,
fault_indic,
GER_DATA.request;



Procedure alarmes

1(1)

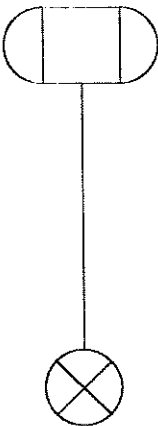


Procedure armazenagem

1(1)

FPAR
enlac link,
indicacao tip_alarme,
sdu ATM_SDU;

/*
Este procedimento deve
realizar o logfile dos comandos
e alarmes/falhas recebidos na
Camada ATM, permitindo recuperacao
e manutencao mais facilis.
*/

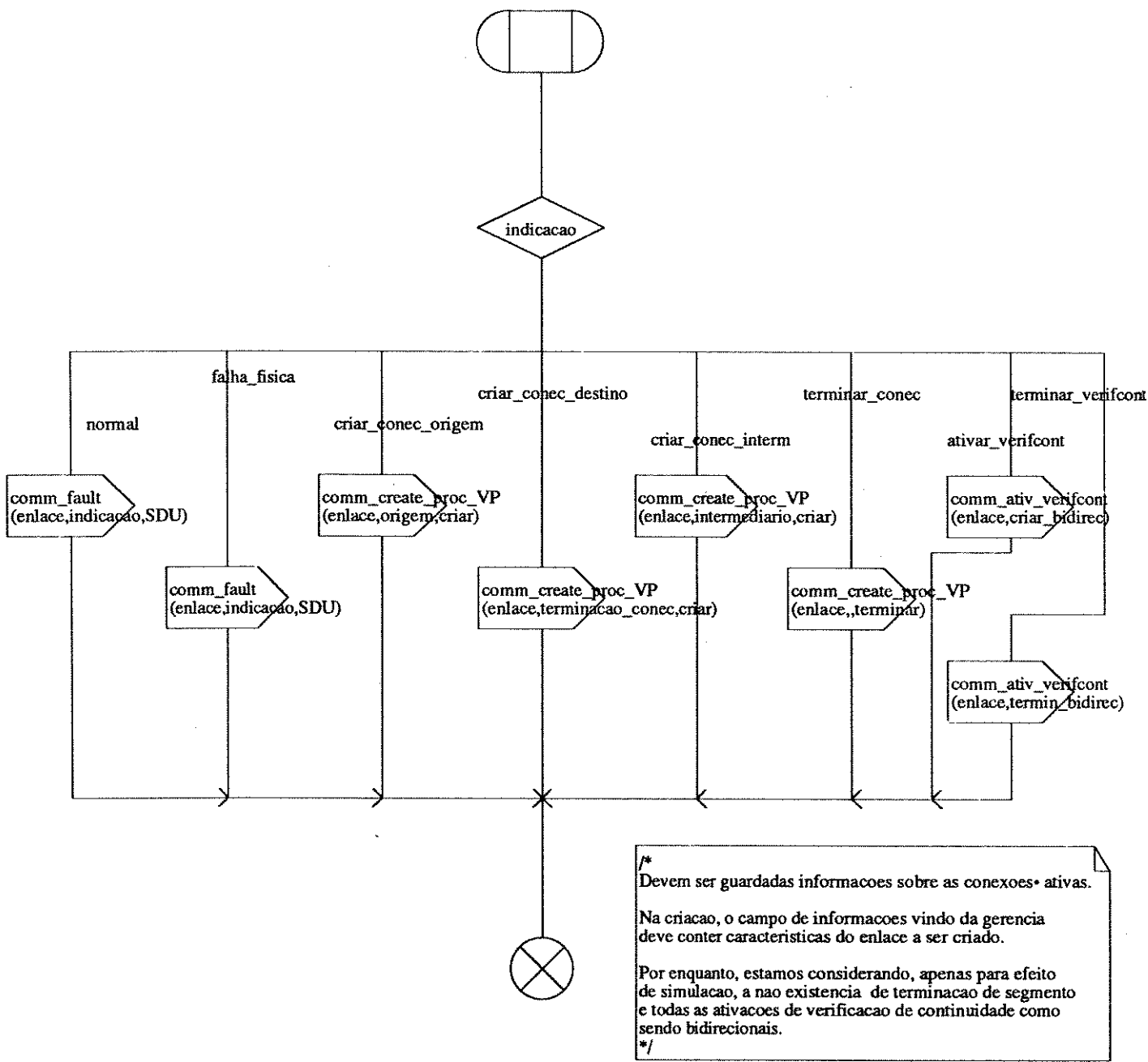


/*
As acoes a serem tomadas
sao objeto de analise futura.
Em todo o caso de falhas,
entretanto, deve ser gerado um
arquivo "login" ou uma memoria
para consulta posterior.
Gravar tambem data/hora/local
(origem da falha).
*/

Procedure comandos

1(1)

/*
 Procedimento tratador de comandos
 gerados pelo Plano de Gerencia para
 a entidade ATMM
 */

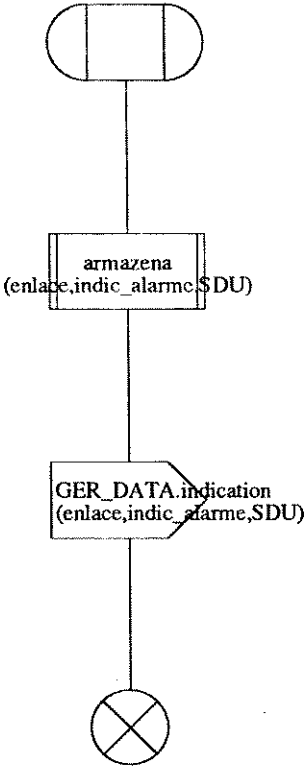


Procedure falhas

1(1)

/*
As acoes a serem tomadas
sao objeto de analise futura.
Em todo o caso de falhas,
entretanto, deve ser gerado um
arquivo "login" ou uma memoria
para consulta posterior.
*/

/*
Procedimento de tratamento de falhas
geradas pela entidade ATMM
*/



/*
Provavelmente neste ponto, em
uma analise futura, se detecte
a necessidade de colocar a entidade
ATMM em estado de falha, por exemplo,
apos receber um Loss of Continuity
*/

Anexo B MSC do Sistema Modelado

Índice

MSC OAM_ATM_1B-3

MSC OAM_ATM_2B-4

MSC OAM_ATM_3B-5

MSC OAM_ATM_4B-6

MSC OAM_ATM_5B-7

MSC OAM_ATM_6B-8

MSC OAM_ATM_7B-9

MSC OAM_ATM_8B-10

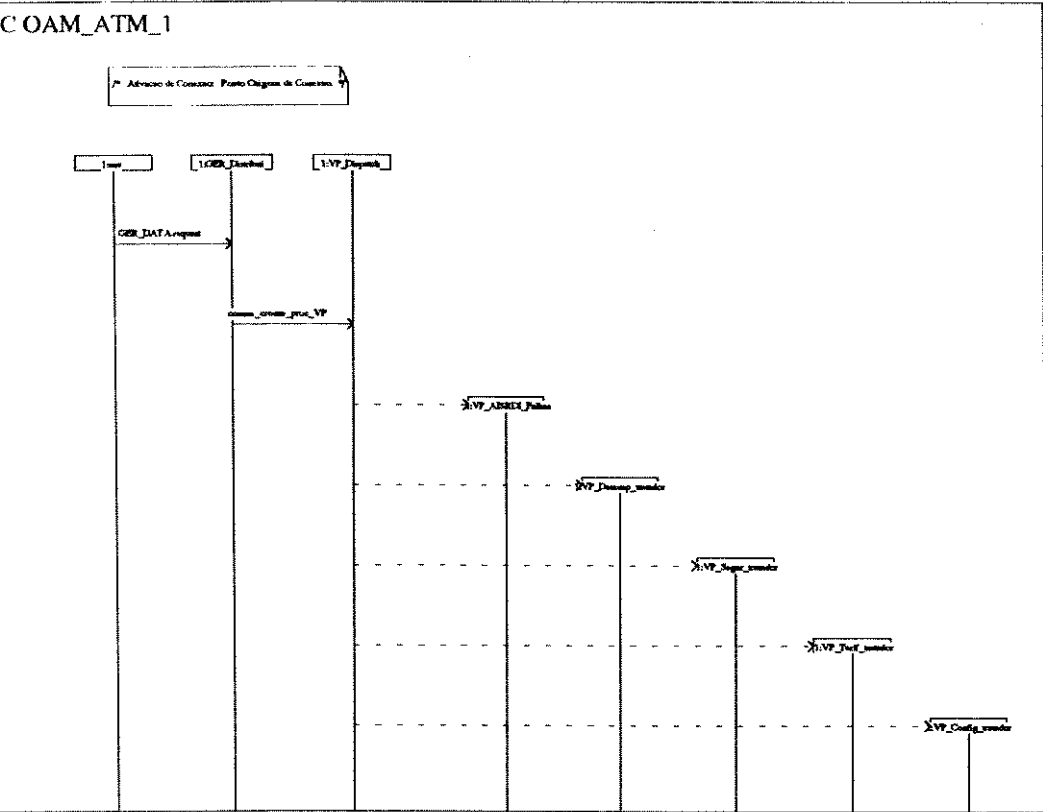
MSC OAM_ATM_9B-11

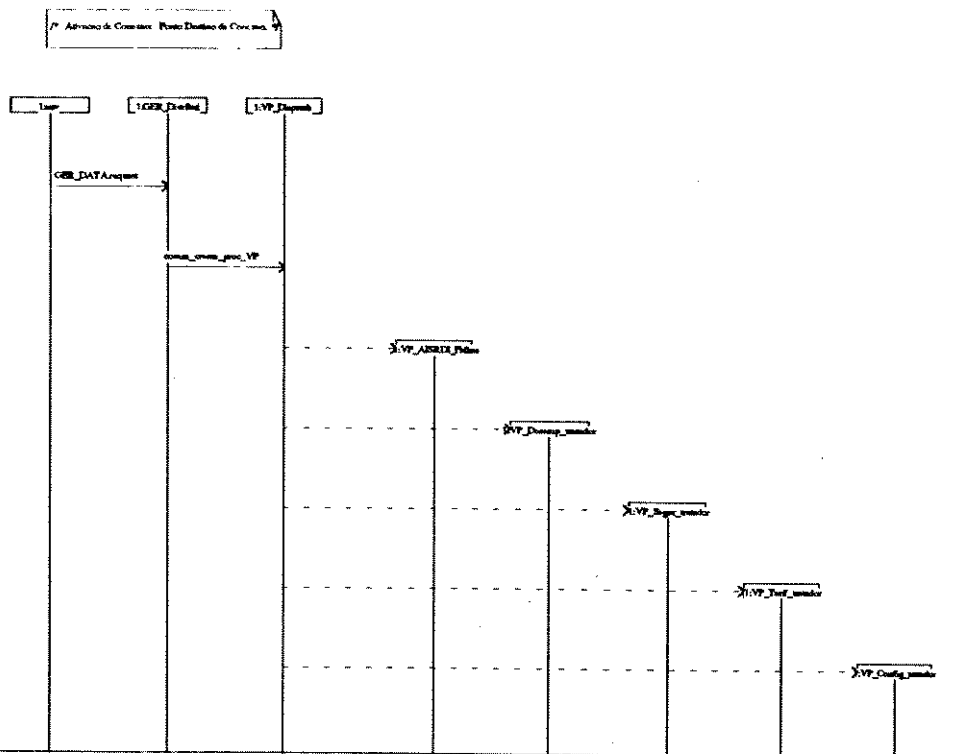
MSC OAM_ATM_10B-12

MSC OAM_ATM_11B-13

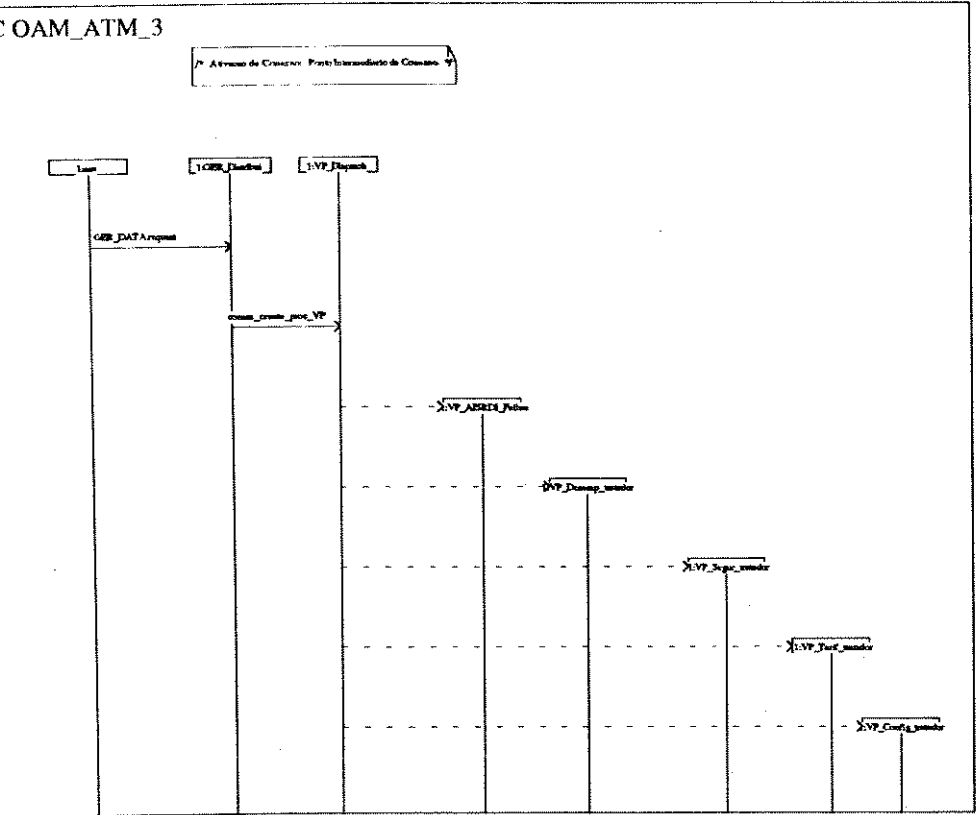
MSC OAM_ATM_12B-14

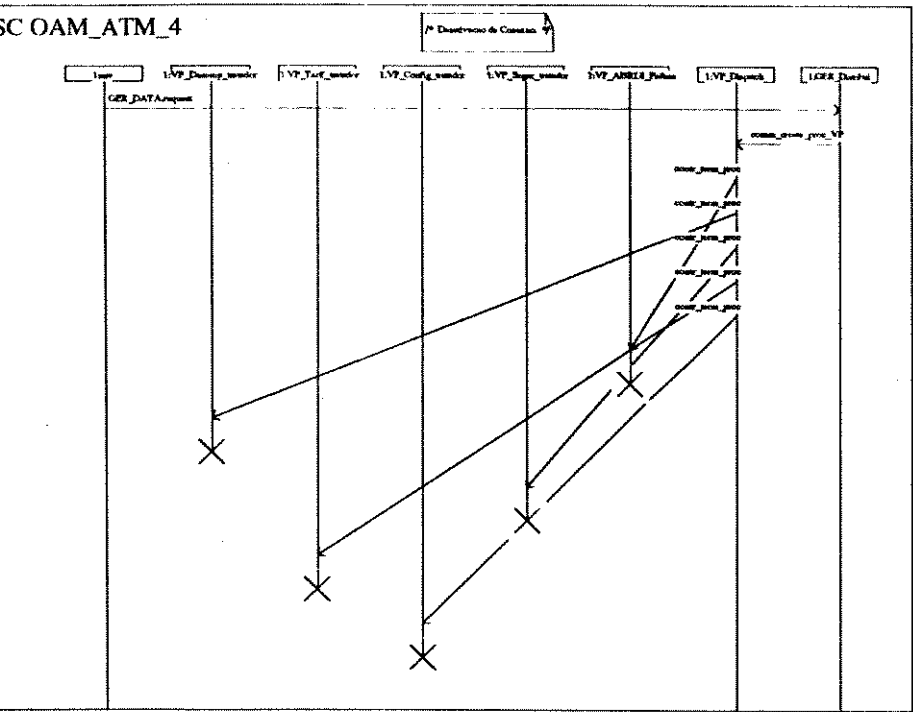
<i>MSC OAM_ATM_13</i>	<i>B-15</i>
<i>MSC OAM_ATM_14</i>	<i>B-16</i>
<i>MSC OAM_ATM_15</i>	<i>B-17</i>
<i>MSC OAM_ATM_16</i>	<i>B-18</i>
<i>MSC OAM_ATM_17</i>	<i>B-19</i>
<i>MSC OAM_ATM_18</i>	<i>B-20</i>
<i>MSC OAM_ATM_19</i>	<i>B-21</i>
<i>MSC OAM_ATM_20</i>	<i>B-22</i>

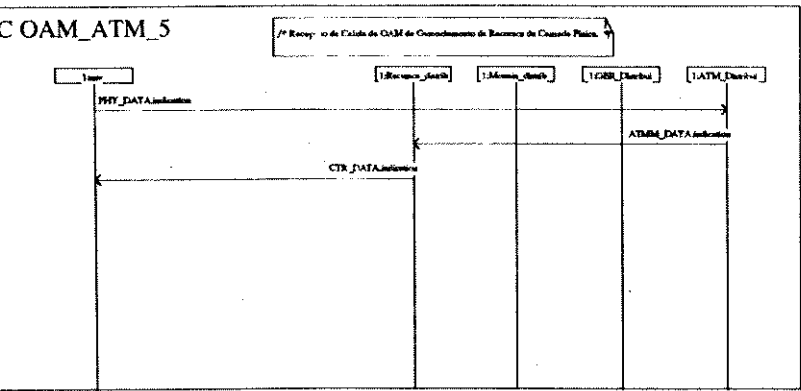


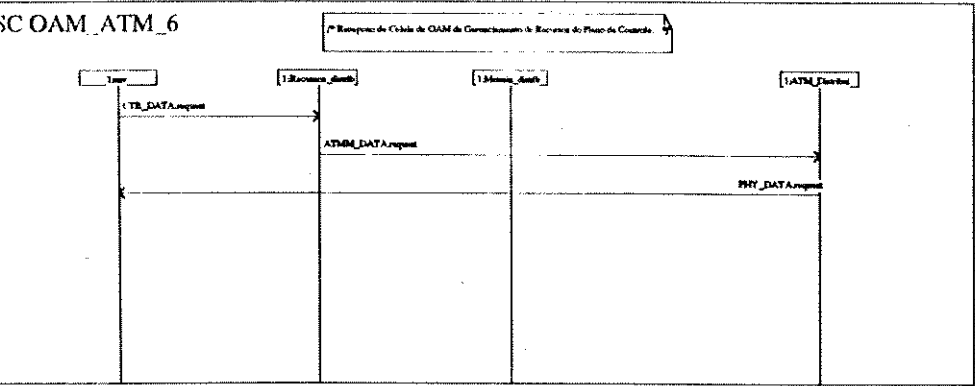


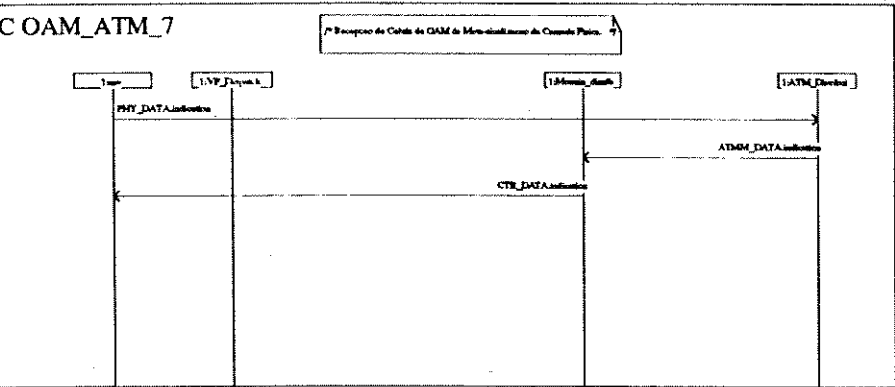
OAM_ATM_3

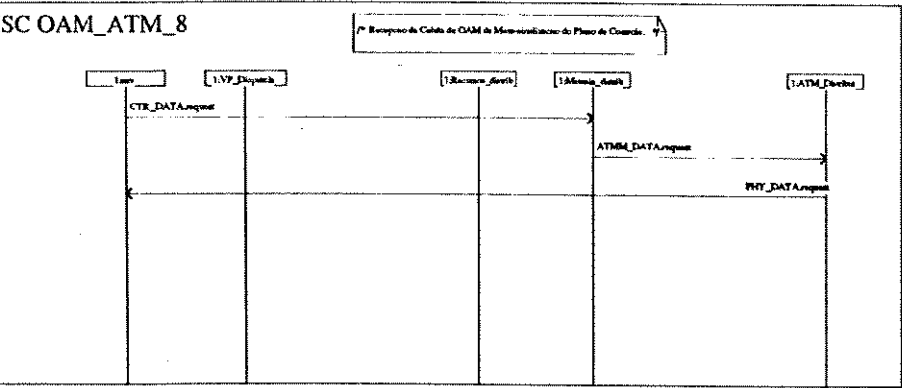


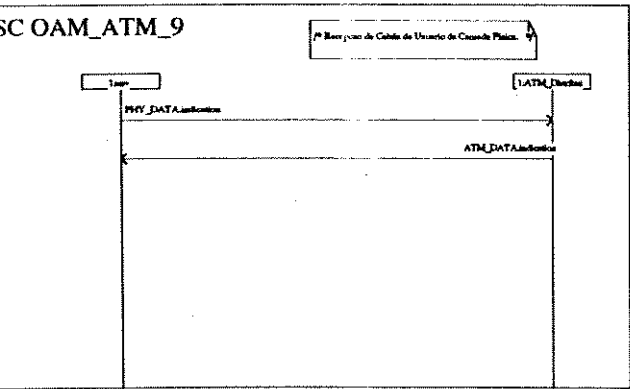


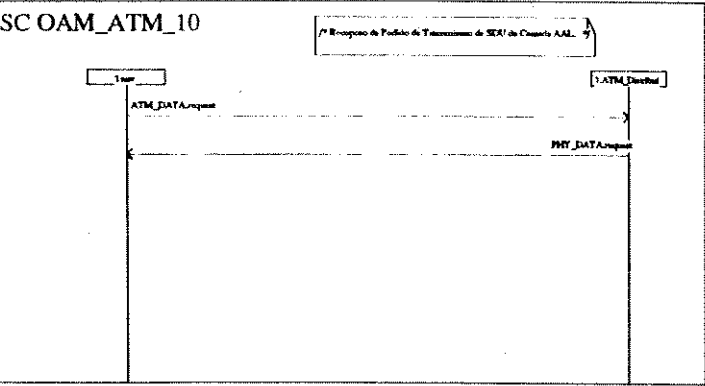


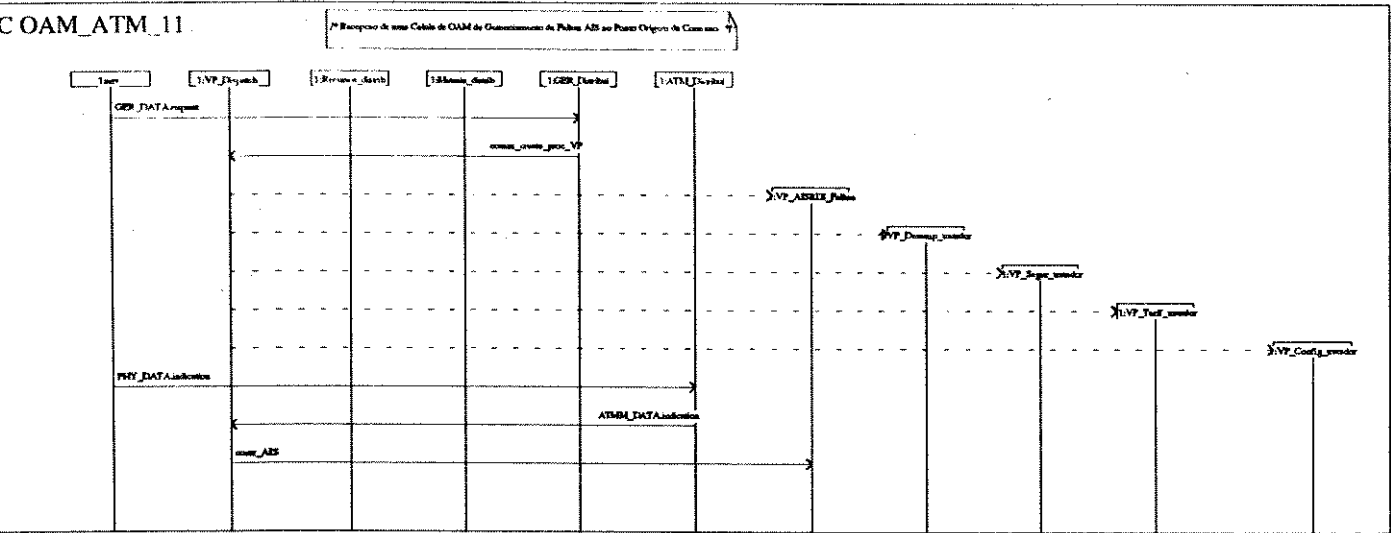


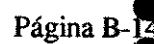


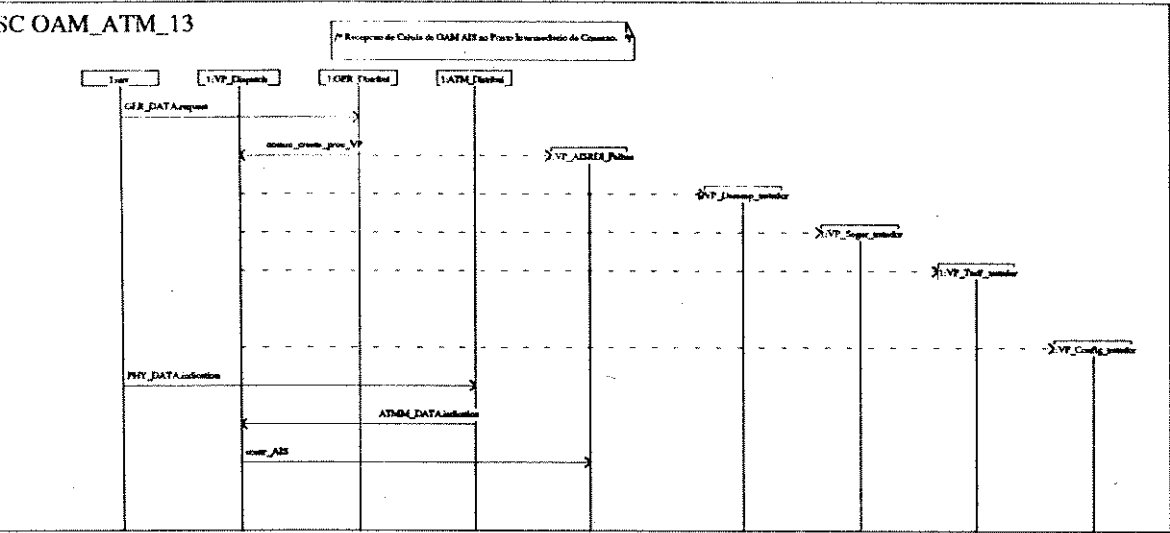


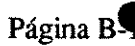


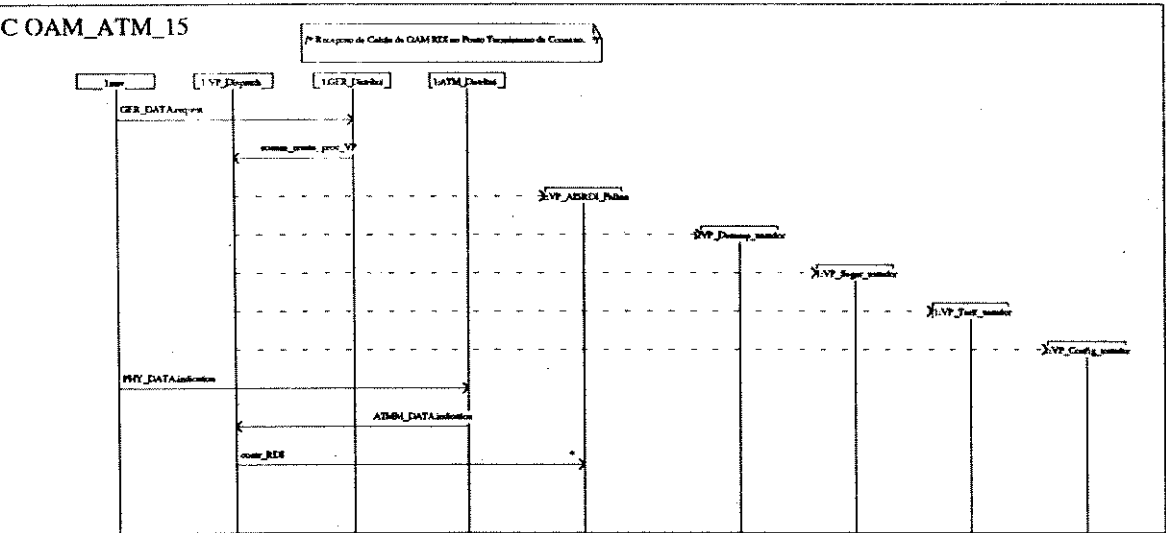


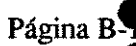


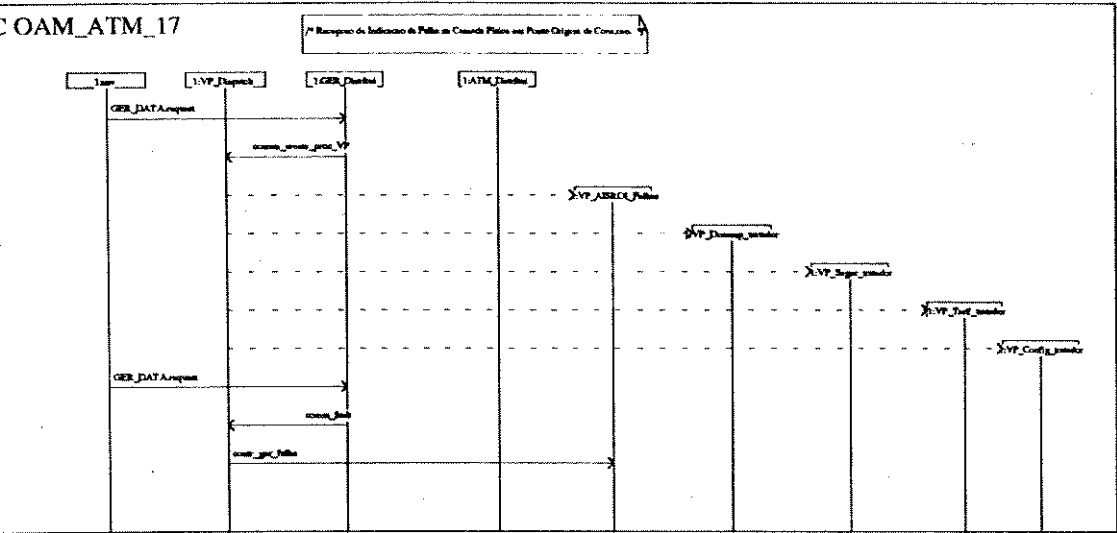


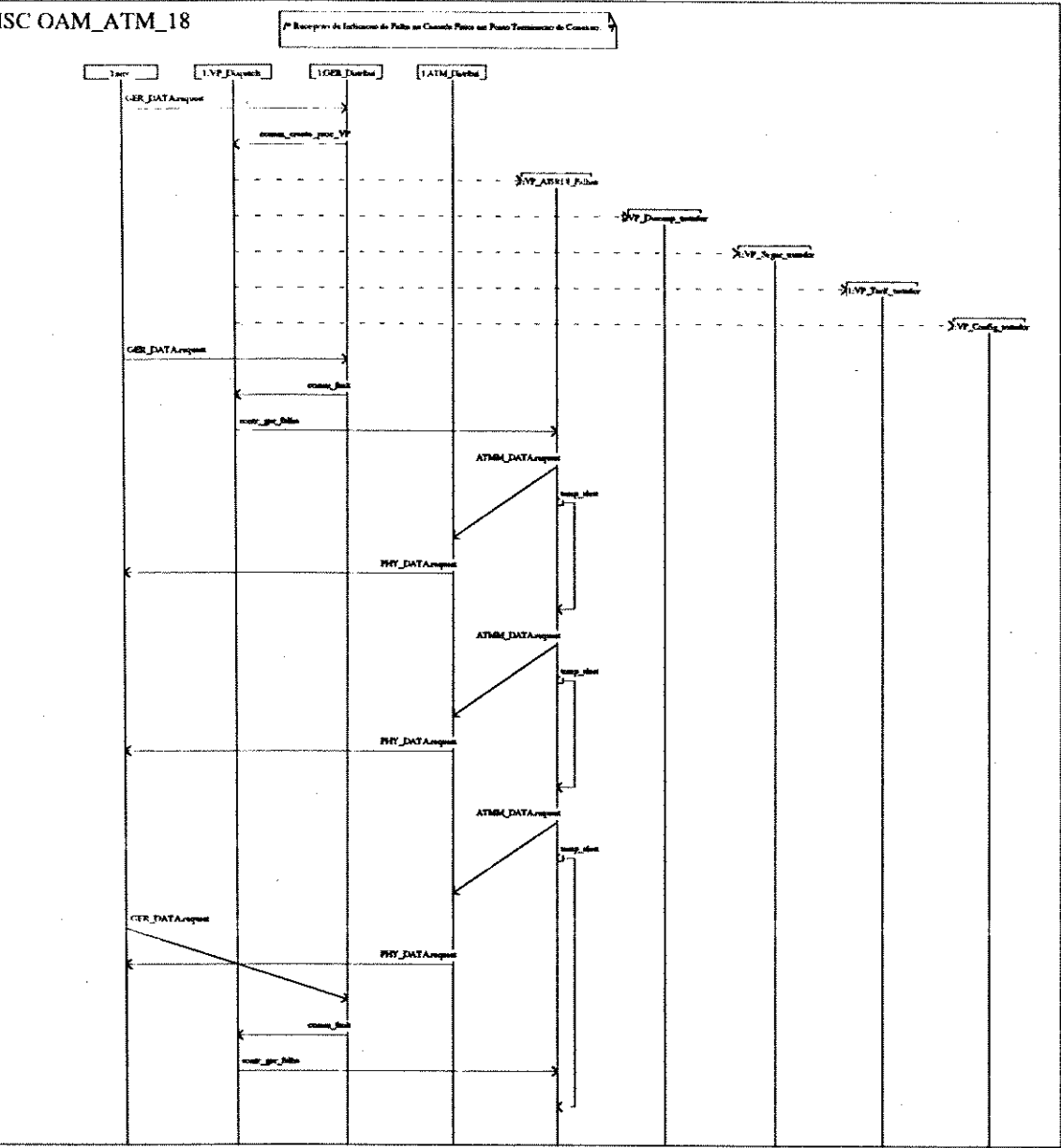




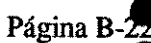


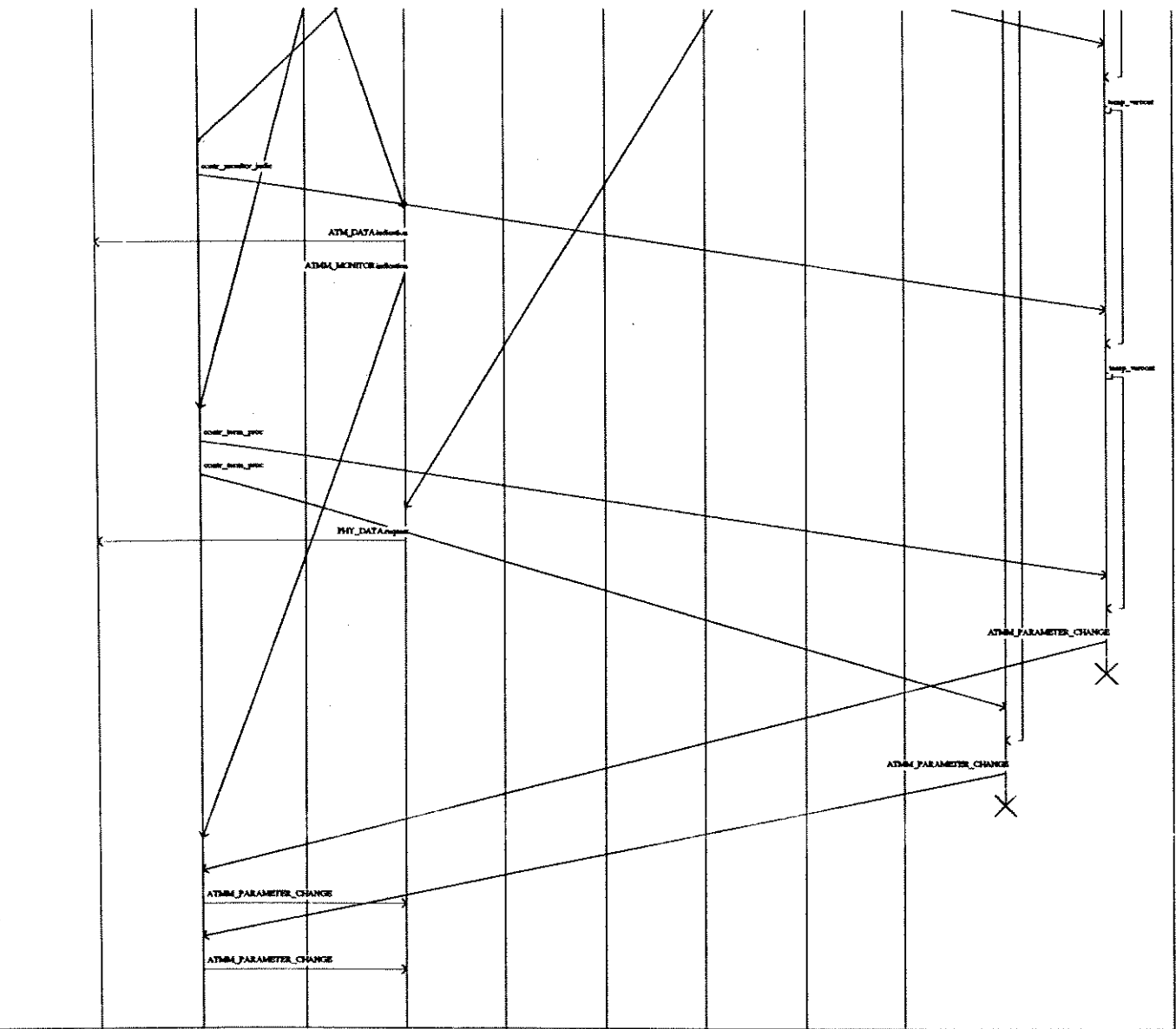












Anexo C Linguagem e Ferramenta de Auxílio à Modelagem

C.1 A Linguagem SDL

Considerando um formalismo para a implementação optou-se pela linguagem SDL (*Specification and Description Language*) para a definição do modelo, [41] e [42].

SDL é a linguagem padronizada para especificação e descrição de sistemas. Ela foi desenvolvida e padronizada pelo então CCITT (atualmente ITU-T). É de grande aplicação na indústria de telecomunicações pois auxilia na descrição de problemas de sistemas de tempo real, interativos, distribuídos, fornecendo informações do ambiente e das estruturas, além de suportar vários níveis de abstração, do nível de Sistema até procedimentos.

C.1.1 Benefícios do Uso de uma Linguagem de Especificação

É largamente aceito que a chave para o sucesso do desenvolvimento de um sistema é a produção de uma especificação deste evoluindo para o projeto. Esta questão requer uma linguagem de especificação conveniente, que satisfaça as seguintes necessidades:

- um conjunto de conceitos bem definidos;
- especificações claras, precisas, concisas e não ambíguas;
- um analisador que verifique que as especificações estão corretas e completas;
- uma forma de determinar se a implementação está ou não de acordo com as especificações;
- uma forma de determinar a consistência das especificações, relativas umas as outras;
- o uso de ferramentas de computação para criar, manter, analisar, e simular as especificações e gerar aplicações sem a necessidade de uma fase de codificação.

SDL preenche todos os requisitos da lista anterior.

C.1.2 Histórico

O desenvolvimento da SDL começou em 1972, após um período de pesquisas. A primeira versão da linguagem foi editada em 1976, seguida por novas versões em 1980, 1984 e 1988. As duas últimas versões expandiram a linguagem consideravelmente, e hoje SDL é considerada uma linguagem “completa” em todos os sentidos.

C.1.3 Modelo Teórico

O objeto de uma especificação em SDL é chamado de **Sistema**. Um sistema consiste de um conjunto de Máquinas de Estado Finitas, estendidas, que executam em paralelo. Estas máquinas são independentes umas das outras e se comunicam através de sinais.

Um sistema SDL consiste dos seguintes componentes:

- a. visão de arquitetura:** hierarquia sistema, bloco, processo e procedimento, vide Figura 41;

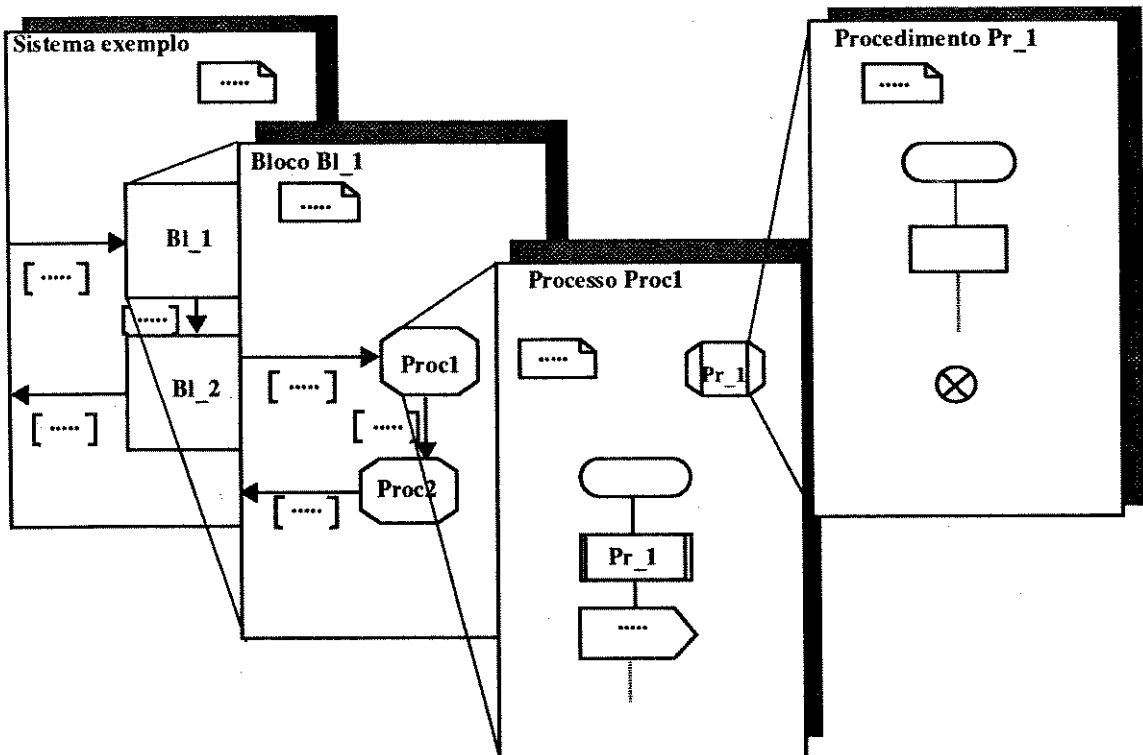


FIGURA 1. Visão de Arquitetura para um Sistema SDL

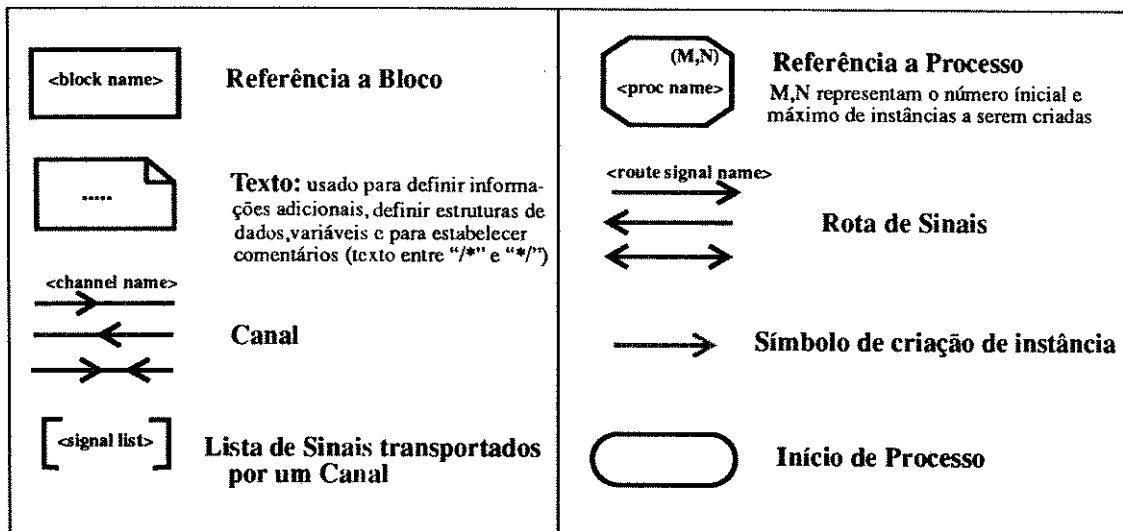
- b. comunicação:** sinais com parâmetros opcionais e canais (ou rotas de sinais)- em SDL não existe dado global. Esta restrição requer que as informações trocadas entre processos e entre processos e ambiente sejam enviadas através de

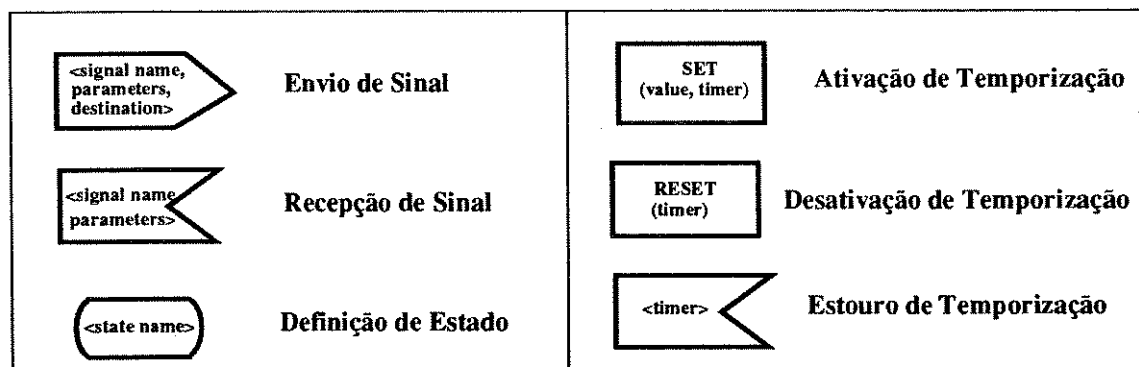
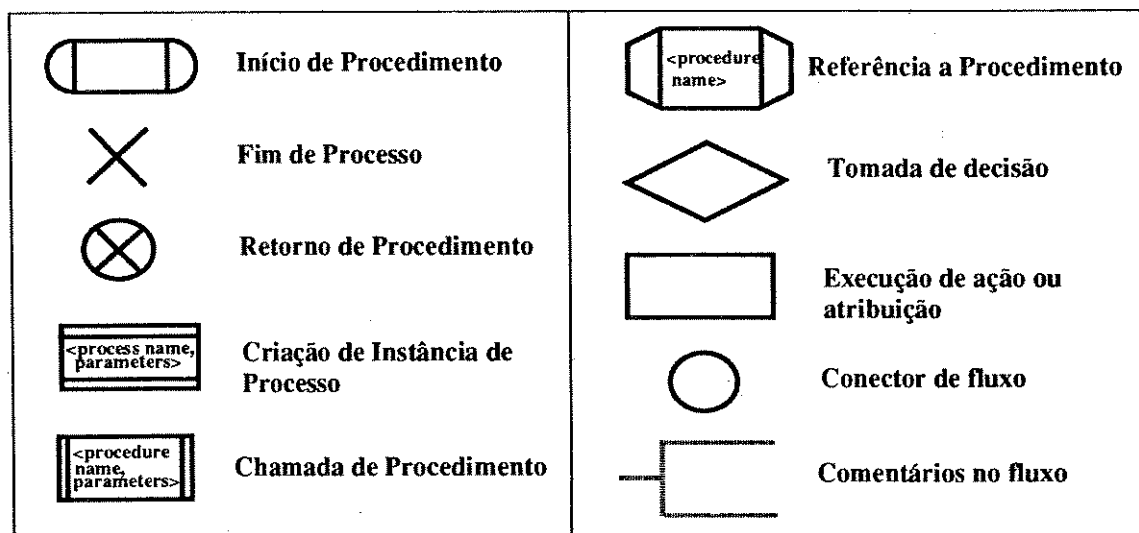
sinais ou opcionalmente através dos parâmetros dos sinais. Sinais são enviados de forma assíncrona, isto é, o processo enviador continua executando sem esperar o reconhecimento do processo receptor;

- c. **ambientes:** processos. O ambiente dinâmico de um sistema em SDL é descrito em processos. A hierarquia sistema/bloco é somente uma descrição estática da estrutura do sistema. Processos em SDL podem ser criados na iniciação do sistema ou criados e terminados durante o tempo de vida do sistema. Mais de uma instância de um processo pode existir. Cada instância possui um único identificador (Pid). Este torna possível enviar sinais para uma instância determinada de um processo;
- d. **dados:** tipos abstratos de dados.

C.1.4 Principais Blocos Construtivos para a Representação Gráfica

Os principais blocos construtivos usadas na representação gráfica da linguagem SDL e no nosso modelamento estão apresentados a seguir.





C.1.5 Algumas Considerações Mínimas sobre a Sintaxe SDL

Utilizando os blocos construtivos apresentados anteriormente, podemos representar a lógica de funcionamento de um sistema. Entretanto, uma especificação de sistema necessita ser formal e completa. As estruturas de dados, portanto, precisam ser representadas, além da passagem de parâmetros, etc...

Para isso, utilizando o **bloco de texto** na representação gráfica e alguns conceitos, completamos a descrição, por exemplo, com:

- **SIGNAL**: definição dos sinais (e seus parâmetros), utilizados na representação de canais, rotas e **SIGNALLIST**;
- **SIGNALLIST**: definição de grupo de sinais. Usado para simplificar a representação em canais e rotas;
- **NEWTYPER**: definição de novas estruturas de dados a partir de outras existentes ou pré-definidas;
- **SYNONYM**: definição de constantes e mnemônicos para valores (usado para clarificar a descrição e agilizar a manutenção);
- **CONNECT**: termo usado para associar um canal com uma ou mais rotas dentro do bloco;
- **FPAR**: definição de parâmetros de processos e procedimentos;
- **DCL**: declaração de variáveis a serem usadas.

C.2 Ferramenta para a Implementação

A ferramenta utilizada para a implementação do sistema em SDL foi o SDT (SDL Design Tool)- TeleLOGIC ([43]), um conjunto integrado de aplicativos software de apoio as diversas fases do ciclo de desenvolvimento do projeto de sistemas, ferramenta utilizada pelo próprio ITU-T para a definição de suas especificações.

Esta ferramenta apresenta, além dos editores e formatadores para a descrição gráfica do SDL e MSC, também um analisador sintático, semântico e um simulador para verificação do funcionamento dinâmico do sistema, na versão usada para a validação do nosso modelo. A ferramenta pode ainda ser incrementada com um emulador e gerador de código para CHILL ou C++ para uma máquina específica onde o sistema poderá ser executado - não disponíveis nesta versão.

O ambiente de suporte utilizado para edição foi um conjunto de equipamentos PC compatíveis. As fases de análise sintática, semântica e simulação foram realizadas em estações de trabalho do tipo SUN.

Anexo D

Abreviaturas

-
- AAL - ATM Adaptation Layer
 - AIS - Alarm Indication Signal
 - ATM - Asynchronous Transfer Mode
 - ATMM - ATM Management
 - BEDC - Block Error Detection Code
 - BLER - Block Error Result
 - BIP - Bit Interleaved Parity
 - B-ISDN - Broadband Integrated Services Digital Network
 - CAC - Connection Admission Control
 - CC - Continuity Check
 - CCS#7 - Common Channel Signaling System #7
 - CCITT - International Telegraph and Telephone Consultative Committee
 - CDV - Cell Delay Variation
 - CLP - Cell Loss Priority
 - CP - Connection Point
 - CRC - Cyclic Redundancy Check

- EDC - Error Detection Code
- GFC - Generic Flow Control
- HEC - Header Error Code
- ISDN - Integrated Services Digital Network
- IWU - Interworking Unit
- ITU - International Telecommunication Union
- ITU-T - ITU - Telecommunication Standardization Sector
- LCD - Loss of Cell Delineation
- LOC - Loss of Continuity
- LOF - Loss of Frame
- LOP - Loss of Pointer
- LOM - Loss of PLOAM Cell Recognition
- LOS - Loss of Signal
- MID - Message Identifier
- MCSN - Monitoring Cell Sequence Number
- MSC - Message Sequence Chart
- NE - Network Element
- N-ISDN - Narrowband ISDN
- NMC - Network Management Center
- NNI - Network-Node Interface
- NPC - Network Parameter Control
- NRM - Network Resource Management
- OAM - Operation, Administration and Maintenance
- PDU - Protocol Data Unit
- PM - Performance Management
- POH - (SONET) Path Overhead
- PTI - Payload Type Identifier
- PVC - Permanent Virtual Connection
- QoS - Quality of Service

-
-
- RDI - Remote Defect Indication
 - SAP - Service Access Point
 - SCP - Service Control Point
 - SDH - Synchronous Digital Hierarchy
 - SDL - Specification and Description Language
 - SDU - Service Data Unit
 - SN - Sequence Number
 - SOH - (SONET) Section Overhead
 - SONET - Synchronous Optical NETwork
 - SSP - Service Switching Point
 - SVC - Switched Virtual Connection
 - TE - Terminal Equipment
 - TMN - Telecommunications Management Network
 - TPT - Transmission Path Termination
 - TRCC - Total Received Cell Count
 - TSTP - Time Stamp
 - TUC - Total User Cell (number)
 - UNI - User-Network Interface
 - UPC - Usage Parameter Control
 - VC - Virtual Channel
 - VCC - Virtual Channel Connection
 - VCI - Virtual Channel Identifier
 - VCL - Virtual Channel Link
 - VP - Virtual Path
 - VPC - Virtual Path Connection
 - VPI - Virtual Path Identifier
 - VPL - Virtual Path Link