

Redes ATM

Prof. José Marcos C. Brito

Capítulo I - Introdução

Não Subestime

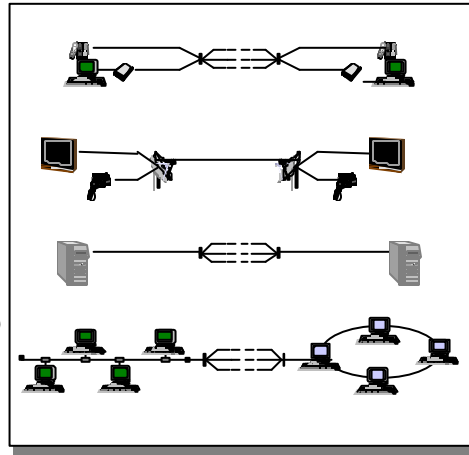
- “I think there’s a world market for maybe 5 computers”
 - Thomas Watson, IBM chairman, 1943.
- There is no reason why anyone would want to have a computer in their home
 - Ken Olson, DEC chairman, 1977.
- 640 K (RAM) ought to be enough for anybody
 - Bill Gates, Microsoft chairman, 1981.

Redes de Telecomunicações Atuais

- As atuais redes de telecomunicações são caracterizadas pela especialização. Isto significa que para cada serviço de telecomunicações existe pelo menos uma rede específica para o transporte deste.

Redes de Telecomunicações Atuais

- Redes de Telefonia.
- Redes de Comunicação de dados
 - Domínio Público
 - Domínio Privado
- Redes de transmissão de Sinais de TV

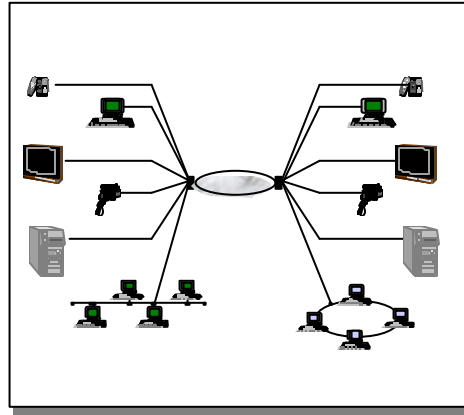


Desvantagens das Redes de Telecomunicações Atuais

- Ponto de vista do usuário.
 - Diversidade de equipamentos/Interfaces.
 - Pouca flexibilidade em termos de serviços.
- Ponto de vista do operador.
 - Gerência/Supervisão do sistema complexa e distintas.

Atributos para a Rede do Futuro

- Ponto de vista do usuário.
 - Conectividade mais simples.
 - Flexibilidade de novos serviços.
- Ponto de vista do operador.
 - Gerência e supervisão comun.
 - Flexibilidade na oferta de serviços.



Facilitadores

- Evolução Tecnológica
 - Tecnologia de Semicondutores
 - Tecnologia Óptica
- Evolução do Conceito de Sistemas

Evolução do Conceito de Sistemas

- A necessidade de transporte dos mais diversos serviços, voz por exemplo, leva à necessidade de se garantir um menor atraso possível na rede.
- As funções não devem ser repetidas no interior da rede, quando pode-se garantir o serviço com a execução destas funções apenas nos extremos desta.

Evolução do conceito de sistemas

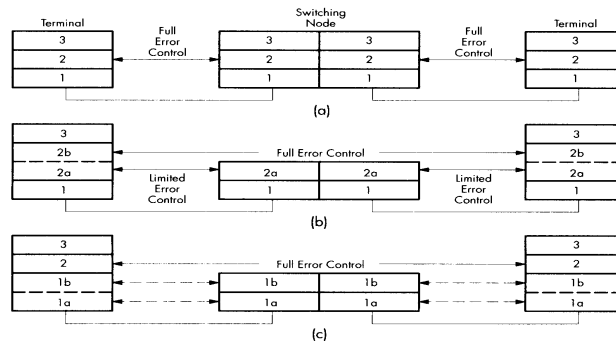


Fig. 1.3. - (a) Full Error Control on Every Link in Packet Switched Networks
 (b) Limited Error Control in Frame Relaying Networks
 (c) Cell Switching in ATM Networks

Necessidades Mercadológicas

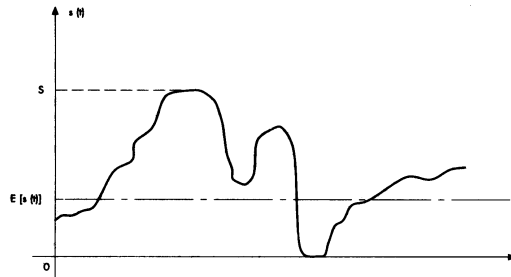
- Expectativas de Assinantes Residenciais
 - Vídeo telefonia, CATV, TV on-demand, HDTV, Vídeo Shopping, Educação à distância,
- Expectativas de Assinantes Comerciais
 - Vídeo telefonia, Interconexão de LAN's (bancos de dados distribuídos), Correio eletrônico, Telemedicina, Controle visual de processos,

Características dos serviços FL

- Taxa de bits
 - Existem taxas de bit praticadas hoje e aquelas que serão obtidas no futuro através de técnicas de compressão e codificação.
- Natureza do tráfego
 - CBR - Constant Bit Rate
 - Burst - Tráfego em rajadas
 - VBR - Variable Bit Rate

Taxa de surto (burstness)

- Razão entre a taxa de pico e a taxa média durante uma sessão $B = S_p/S_m$

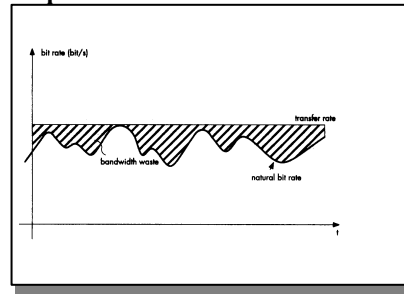
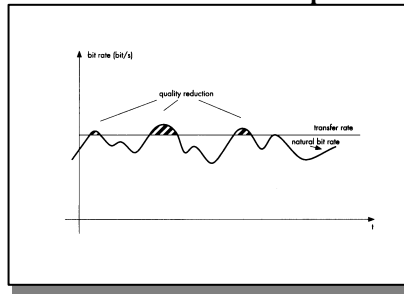


Características dos serviços FL

- Voz: 32 kbps - B = 2
- Dados interativos: 1 a 100 kbps - B = 10
- Arquivos: 1 a 10 Mbps - B = 1 a 10
- Vídeo: 1.5 a 15 Mbps - B = 2 a 3
- HDTV: 15 a 150 Mbps - B = 1 a 2
- Video telefonia (alta qualidade): 0.2 a 2 Mbps - B = 5

Taxa de transmissão

- Transmissão pela taxa média: perda de qualidade
- Transmissão pela taxa de pico: ineficiência



Transparência semântica

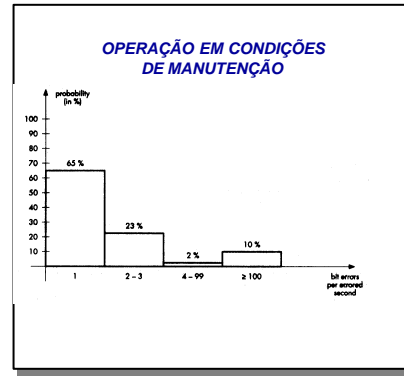
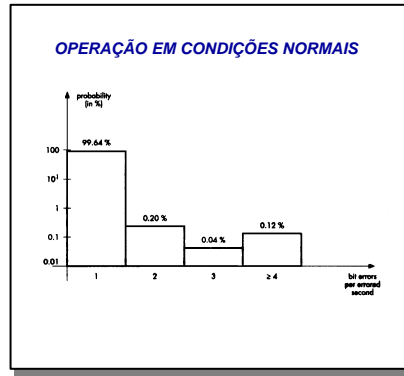
- Determina a capacidade da rede transportar a informação da fonte ao destino com um número limitado de erros.
 - Erros de transmissão
 - Erros de comutação

Transparência semântica

- Erros de Transmissão
 - Os sistemas de transmissão desempenham funções à nível de bit (camada 1 do OSI) e os erros ocorrem principalmente devido à imperfeições e ruídos existentes.
 - Meio de Transmissão - cabos metálicos, cabos ópticos, dispositivos ópticos,...
 - BER = N^o bits errados / N^o bits enviados

Transparência semântica

- Erros de Transmissão em Sistemas Ópticos



Transparência semântica

- Erros de Comutação
 - Os sistemas de comutação desempenham funções à nível de pacote (camadas 2 e 3 do OSI) e os erros ocorrem principalmente devido a erros de cabeçalho e falta de recursos.
 - Roteamento incorreto e descarte.

Transparência semântica

- Packet Error Rate: $PER = \frac{\text{N}^{\circ} \text{ pacotes errados}}{\text{N}^{\circ} \text{ pacotes enviados}}$
- Packet Loss Rate: $PLR = \frac{\text{N}^{\circ} \text{ pacotes perdidos}}{\text{N}^{\circ} \text{ pacotes enviados}}$
- Packet Inserted Rate: $PIR = \frac{\text{N}^{\circ} \text{ pacotes inseridos}}{\text{N}^{\circ} \text{ pacotes enviados}}$

Incremento de tráfego devido a erros de transmissão

- Não é vantajoso ter-se retransmissão link-por-link quando a taxa de erro é baixa
 - Sistemas ópticos: $BER \leq 10E-8$

Transparência temporal

- Pode ser definida como a ausência de atraso (em termos práticos) e jitter de atraso na rede
- Jitter de atraso: diferentes partes da informação chegando ao destino com diferentes atrasos

Transparência temporal

- Componentes do atraso
 - Atraso de transferência: causado pela transmissão da informação da fonte ao destino
 - Atraso de processamento: causado pelo processamento nos nós de comutação
- Quando as características de transparência da rede não satisfazem os requisitos dos serviços deve-se prover um processamento adicional na recepção (condicionamento)

Comportamento probabilístico do atraso

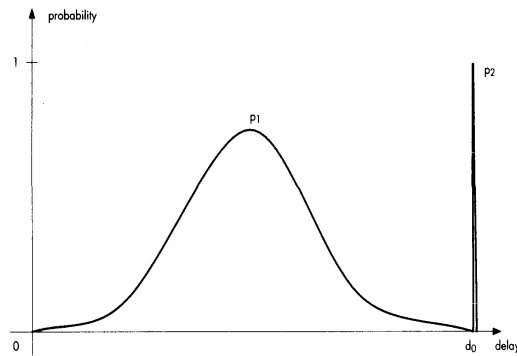


Fig. 2.13. - p1 : Probability Density Function of the Delay of the Network (H)
p2 : Probability Density Function of the Delay after Conditioning of the Terminal (G . H)

Modos de transferência

- Comutação de circuitos
- Comutação de pacotes
- Comutação rápida de pacotes (células)

Comutação de circuitos

- Pressupõe a existência de um caminho dedicado de comunicação.
- Envolve três fases.
 - Estabelecimento de circuito.
 - Transferência da Informação.
 - Desconexão do circuito.
- Problemas: Ineficiente para tráfego em rajadas e serviço VBR (Variable Bit Rate)

Comutação de pacotes

- Não existe caminho dedicado entre fonte e destino.
- Opera no modo store-and-forward
- A informação é encapsulada em pacotes e é encaminhada, nó a nó, pela rede
- Problemas: comportamento estatístico e valor máximo do atraso pode ser incompatível com a transmissão de tráfegos contínuos (voz, por exemplo)

Comutação de pacotes

- Transparência semântica
 - Erros de transmissão
 - Descarte de pacotes por comutadores congestionados
 - Roteamento indevido de pacotes
- Transparência temporal
 - volume de processamento nos nós de comutação limita o throughput
 - atraso pode ser variável

Evolução da Comutação de Pacotes

- Uso de circuitos virtuais para acelerar o encaminhamento das informações.
- Eliminação do reconhecimento e retransmissão de quadros no nível de enlace.
- Encaminhamento de pacotes de informação sem processamento adicional no nível de rede, através da separação dos canais de informação dos canais de sinalização.

Princípios do ATM

- Controle de erro e fluxo
 - Não existe proteção contra erros ou controle de fluxo enlace-a-enlace na rede.
 - A não proteção contra erros é permitida uma vez que os enlaces são de alta qualidade.
 - A perda de pacotes devido à overflow dos buffers, problema típico para a rede ATM, é minimizada à valores aceitáveis da ordem de 10^{-8} a 10^{-12} , através da adequada alocação de recursos e dimensionamento dos buffers.

Princípios do ATM

- Orientado a conexão
 - Antes da transferência da informação é realizada a fase de estabelecimento de conexão virtual (lógica):
 - Se os recursos disponíveis na rede são suficientes para atender às necessidades de transmissão o circuito virtual é estabelecido, caso contrário, a sessão é descartada e não se inicia.

Princípios do ATM

- Operação em modo orientado à conexão
 - Permite à rede minimizar a perda de células, e assim maximizar a qualidade
 - Com o encerramento da transmissão os recursos em uso são colocados em disponibilidade para outras conexões.

Princípios do ATM

- Funcionalidade do cabeçalho reduzida
 - Permite um rápido processamento na rede devido a um número limitado de funções, resultando em um atraso de processamento e atraso de enfileiramento pequenos.
 - Principal função é identificar a conexão virtual, por um identificador selecionado na fase de estabelecimento de conexão, e garantir o correto roteamento do pacote.

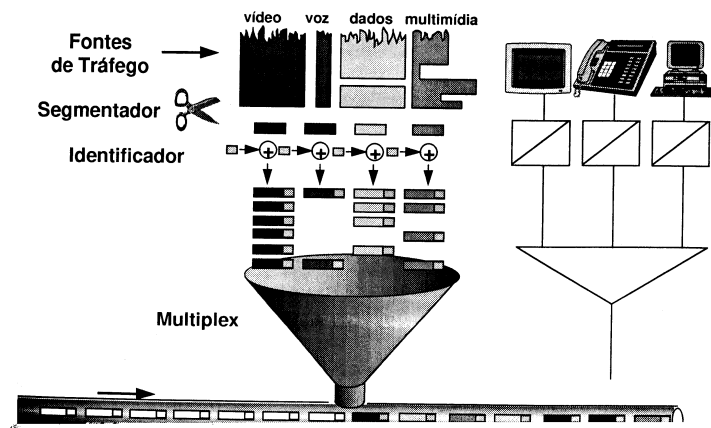
Princípios do ATM

- Funcionalidade do cabeçalho reduzida
 - Erros no cabeçalho causarão roteamento indevido e conseqüentemente perda de pacotes. Desta forma, um bit errado no cabeçalho ocasionará n bits errados (n igual ao tamanho do pacote).
 - Técnicas de detecção e correção de erros são implementadas para reduzir o efeito de multiplicação de erros.

Princípios do ATM

- Comprimento do payload é pequeno.
 - Reduz o tamanho dos buffers e o atraso de enfileiramento nos comutadores, resultando em atraso máximo e jitter adequados à implementação de serviços de tempo real.

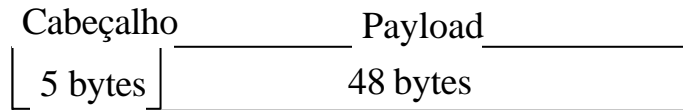
Segmentação e remontagem das células



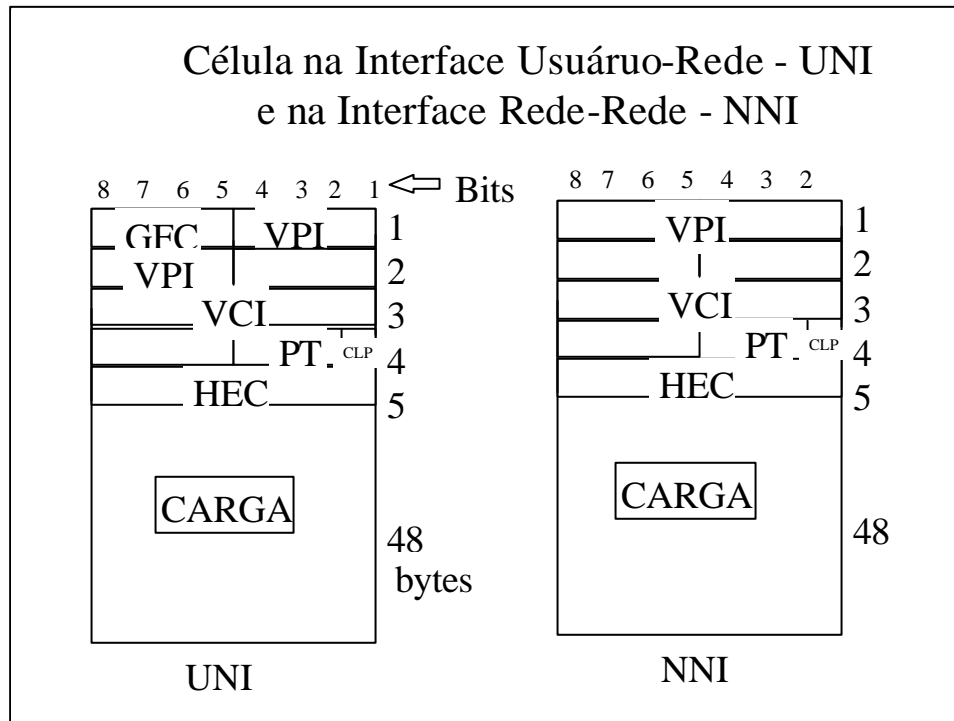
Tamanho da Célula ATM

- Existem fatores conflitantes para a escolha do tamanho da célula ATM.
 - Células de tamanho igual a 32 bytes evitam o uso excessivo de canceladores de eco - defendida pela Europa.
 - Células de tamanho igual a 64 bytes atingem uma maior eficiência - defendida pelos EUA.
 - O compromisso foi uma célula de 48 bytes.

A célula ATM



- Pacote pequeno e de tamanho fixo - comutação eficiente por hardware
- Cabeçalho contém identificação do circuito virtual
 - VCI - Virtual Channel Identifier
 - VPI - Virtual Path Identifier
- Payload pode ser voz, vídeo, dados



UNI - User Network Interface

GFC - Generic Flow Control: controle genérico de fluxo (4 bits): Controla o acesso em barramento da instalação do usuário, assim como o fluxo no enlace.

VPI - Virtual Path Identifier (8 bits): Identificador de até 256 (2^8) caminhos virtuais.

VCI - Virtual Channel Identifier (16 bits): Identificador de até 65536 (2^{16}) canais virtuais.

CLP - Cell Loss Priority (1 bit): Igual a 1 \Rightarrow prioridade de eliminação da célula, isto é, célula com CLP=1 são descartadas primeiro.

HEC - Header Error Check (8 bits): Controle de erro do cabeçalho.

PT - Payload Type (3 bits): Tipo de informação (usuário ou de manutenção) transportada pela célula, e se a célula passou por elementos congestionados durante seu trajeto.

NNI - Network-Network Interface

Neste caso não existe o campo GFC, e o campo de VPI torna-se igual a 12 bits, podendo indentificar até 4096 (2^{12}) caminhos virtuais.

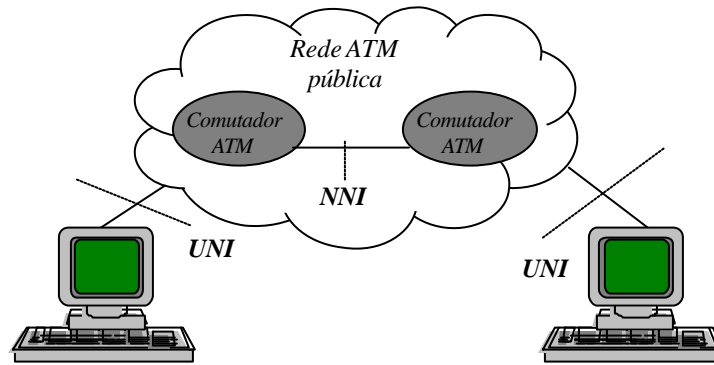
Conexões ATM

- Permanent Virtual Connection - PVC
 - Conexões estabelecidas de forma (semi) permanente, por processos de gerência
- Switched Virtual Connection - SVC
 - Conexões estabelecidas sob demanda, através de sinalização.

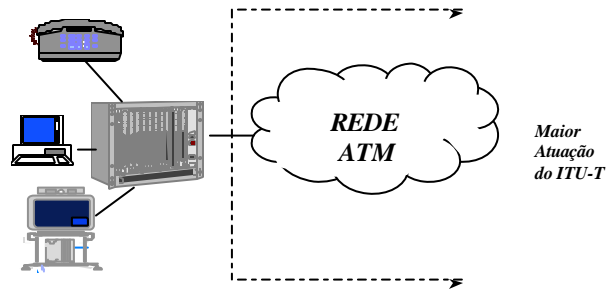
Órgãos padronizadores

- ITU-T : órgão padronizador em telecomunicações , adotou o ATM como o modo de transferência para a RDSI-FL em 1988.
- ATM Forum : órgão formado em 1991 por grandes empresas fabricantes de equipamentos de telecomunicações.

Nomenclatura das Interfaces

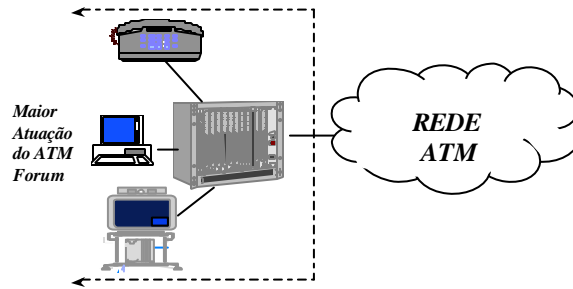


Atuação do ITU-T



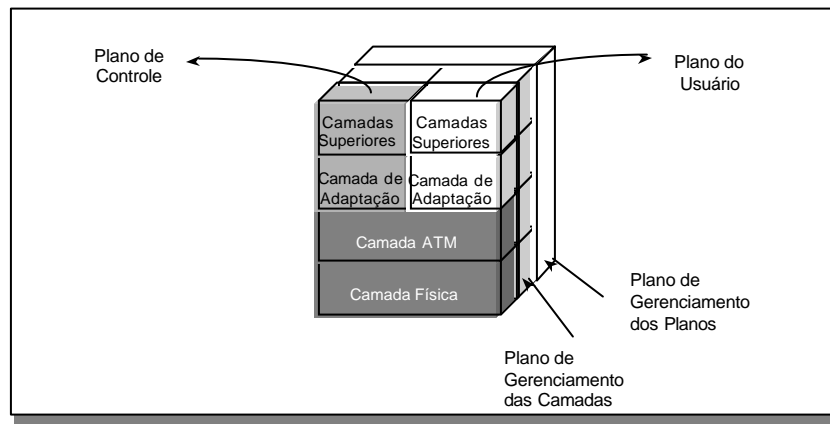
- A maior parte de suas padronizações são para a rede pública e a interface usuário-rede

Atuação do ATM Forum

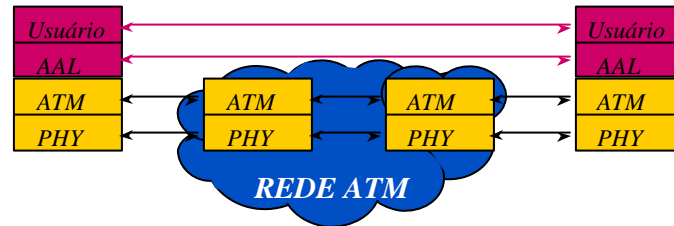


- A maior parte de suas padronizações são para o ambiente do usuário e a interface usuário-rede

O Modelo de Referência de Protocolos ATM



Modelo de Referência de Protocolos ATM na Rede



Subdivisão das Camadas

CAMADAS	SUB-CAMADAS	FUNÇÕES
AAL	CS	Convergência
	SAR	Segmentação e Remontagem
ATM		Controle Genérico de Fluxo Inserção e remoção de Cabeçalho Interpretação de VPI/VCI Multiplexação e Demultiplexação de Células
PHY	TC	Desacoplamento de Taxa de células Geração e verificação de HEC Delineamento de células Geração e Recuperação de frames
	PM	Transmissão pelo meio físico Conversão eletro-ótica

- Camada Física (PHY):

⇒Physical Medium (PM) - subcamada do Meio Físico: responsável pela transmissão adequada de bits pelo meio físico, incluindo o alinhamento de bits, sinalização na linha e conversão eletro-ótica.

⇒Transmission Convergence (TC) - subcamada de Convergência de Transmissão: deve oferecer um conjunto de serviços único à camada ATM, realizando funções como:

- *Desacoplamento da taxa de transmissão em relação à taxa de geração de células, inserindo células ociosas na transmissão, de forma a ajustar o fluxo de células à taxa de transmissão utilizada no meio;

- *Controle de erros de cabeçalho. A camada TC é responsável pelo cálculo e inserção do campo HEC - Header Erro Check - no cabeçalho da célula, bem como pela sua verificação no lado recebedor.

- Camada de Adaptação ATM (AAL):

- *Segmentation And Reassembly (SAR) - subcamada de quebra e remontagem, é responsável pela quebra do fluxo de informação na transmissão e remontagem na recepção.

- *Convergency Sublayer (CS) - Subcamada de Convergência, realiza as tarefas de multiplexação de serviços, detecção de perdas de célula, etc.