

**FACULDADE DE ENGENHARIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA
LICENCIATURA EM ENGENHARIA INFORMÁTICA
REDES DE COMPUTADORES II**

TEMA:

Grupo Docente:

- **Regente:** Eng^o. Felizardo Munguambe
- **Assistente:** Eng^o. Délcio Chadreca

Tópicos da Aula

▶ B

▶ C

▶ D

▶ E

▶ F

Introdução

Introdução a redes ATM

ATM – Formato da célula

Conexões ATM

Partes (Interfaces) ATM

Camadas da rede ATM

Tipos de AAL

Introdução

Padrão do ITU-T

- conjunto de padrões internacionais de interface e sinalização definido pelo ITU-T (International Telecommunications Union-Telecommunications), Setor de Padrões (antigo CCITT - *International Telegraph and Telephone Consultative Committee*)

Fórum ATM

- estabelecido em 1991
- organização internacional composta voluntariamente por fabricantes, provedores de serviços, organizações de pesquisas e usuários
- tem como objetivo acelerar o oferecimento de produtos e serviços promovendo a cooperação entre empresas e a especificação de interoperação

História

Tecnologia ATM começou a ser desenvolvida nos anos 70 e 80 junto com a da Rede Digital de Serviços Integrados (RDSI)

Características deste novo conceito em redes

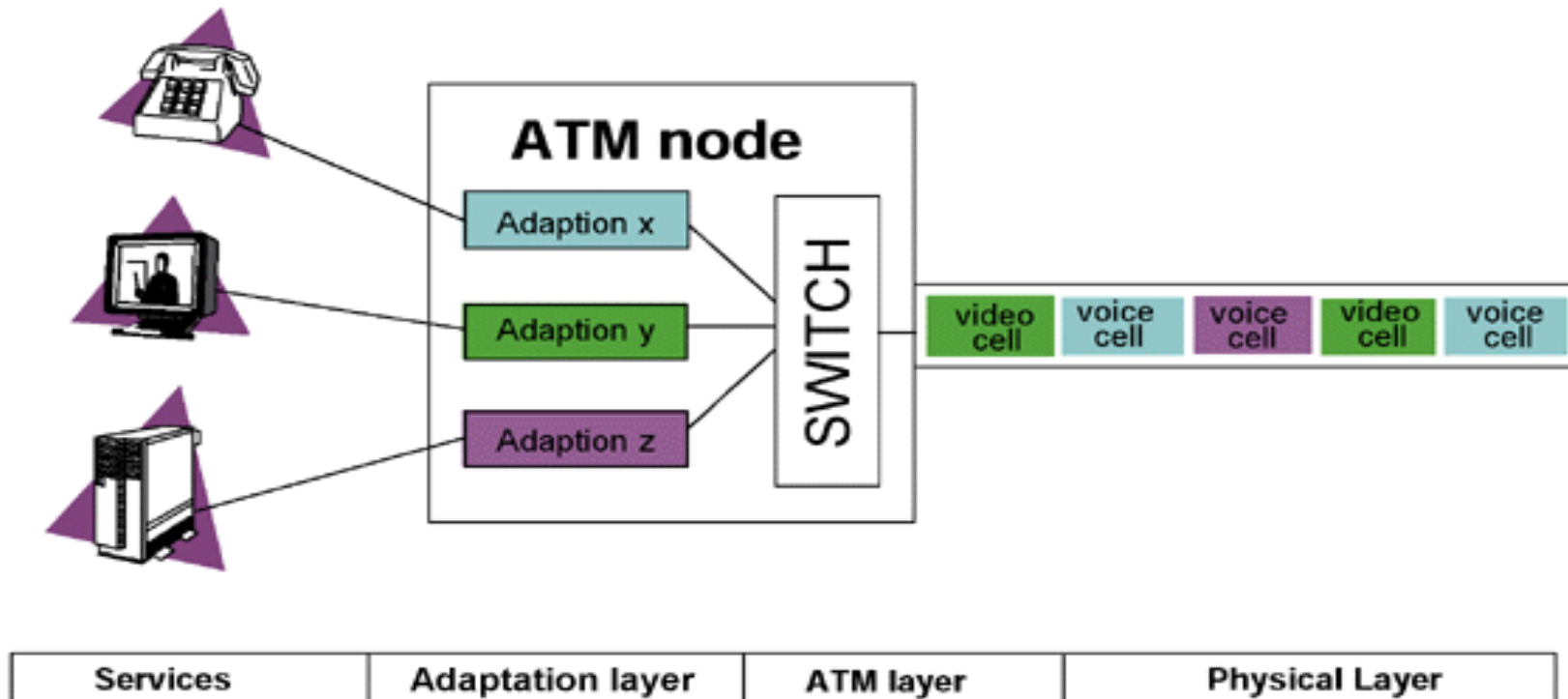
- serviços integrados em um único suporte
- transmissão e comutação ponta-a-ponta totalmente digital
- padrão universal

ITU-T decidiu em 1988 que o ATM seria a técnica de comutação e multiplexação das redes ISDN

ATM

Tecnologia de telecomunicação desenvolvida para fazer frente a grande demanda de capacidade de transmissão para serviços e aplicações.

Permite a transferencia simultanea de dados e voz através do mesmo canal ou linha de comunicação.



ATM – o que é?

- Tecnologia de comunicação de dados, baseada na comutação de células.
- Usa células com comprimento fixo de 53 bytes, sendo 5 bytes para o cabeçalho (Header) e 48 bytes para os dados (Payload).
- Existe um fluxo contínuo de células entre o utilizador e a rede e vice-versa. Caso não hajam dados a transportar, são introduzidas células “em branco” no fluxo. Se as necessidades de largura de banda aumentarem, o rácio entre células usadas e células “em branco” aumenta. Desta forma facilmente se adapta a largura de banda às necessidades.

ATM – Formato da célula

A idéia básica seriam células de tamanho reduzido, que dentre outras vantagens, evitaria o típico eco encontrado em transmissões de telefonia. Foram sugeridos dois tamanhos: os europeus propuseram **4+32 bytes** enquanto os americanos **5+64 bytes** de *header* e *payload* respectivamente.

Curiosamente e sem uma explicação tecnicamente razoável, foi escolhido um tamanho intermediário: **5+48 bytes**, o que nos leva a famosa célula de 53 bytes, número primo e sem nenhuma relação com a estrutura de registros das CPUs, que foi definida em 1988.

ATM – Formato da célula

Header: 5bytes que contem tres principais funções: identificar o canal, informacao para detenção de erros e se a celula e ou nao utilizavel. Eventualmente pode conter tambem correcao de erros e um numero de sequencia.

Payload: 48bytes somente para os dados do usuario e protocolo **AAL**.

ATM – Formato da célula

GFC/VPI	VPI	
VPI	VCI	
VCI		
VCI	PTI	C
HEC		
Information 48 bytes		

GFC Generic Flow Control
4 bits (to UNI only,
otherwise = VPI)

VPI Virtual Path Identifier,
8 bits (UNI) or 12 bits (NNI)

VCI Virtual Channel Identifier, 16 bits

PTI Payload Type Identifier, 3 bits

C Cell Loss Priority, 1 bit

HEC Header Error Control, 8 bits

Célula– ATM

GFC(Generic Flow Control): utilizado somente em interfaces de usuario para controlo de fluxo, este campo tambem esta destinado para estudos futuro (Wireless ATM). As celulas NNI implementam para estender o campo VPI para 12bits.

VPI(Virtual Path Identifier) e VCI (Virtual Chanel Identifier): representam o endereço local de uma dada conexão, o que significa dizer que este endereço muda conforme a célula trafega na rede.

PTI(Payload Type Indicator): O primeiro indica se a célula é de usuário (0) e portanto deve prosseguir seu caminho destino, ou se a célula é de controle (1) terminando seu movimento no *switch*. O segundo bit chamado **Congestion Indicator – CI** é utilizado em um mecanismo de controle. O terceiro e último bit é utilizado em esquemas de controle de congestionamento tal como **Packet Level Discard – PLD** utilizado em sistemas de Qualidade de Serviço assim como o próximo bit *Cell Loss Priority*, Células de menor prioridade são descartadas antes que as células de maior prioridade durante períodos de congestionamento

HEC(Header Error Check): é usado para detectar e corrigir erros no cabeçalho

Conexões ATM

Quando uma rede ATM é projetada, vários tipos de conexões são previstas entre um ou mais subsistemas ATM. Estes subsistemas constituintes de uma rede ATM, são interconexões que envolvem redes locais, redes particulares ou ainda, redes públicas.

Uma rede ATM consiste em um conjunto de *switches* ATM interconectados por ligações ATM ponto a ponto. Estes *switches* suportam dois tipos primários de interfaces: UNI e NNI. **A interface UNI conecta sistemas ATM de ponta ou borda, tais como *hosts* e roteadores, à um *switch* ATM. A interface NNI conecta dois *switches* ATM**

As interfaces UNI e NNI podem, ambas, serem subdivididas em particular ou pública. Um interface UNI particular/pública conecta um *host* à um *switch* de uma rede particular/pública, respectivamente. O mesmo se aplica à interface NNI: particular/pública se a conexão for entre *switches* de uma mesma rede organizacional particular/pública, respectivamente.

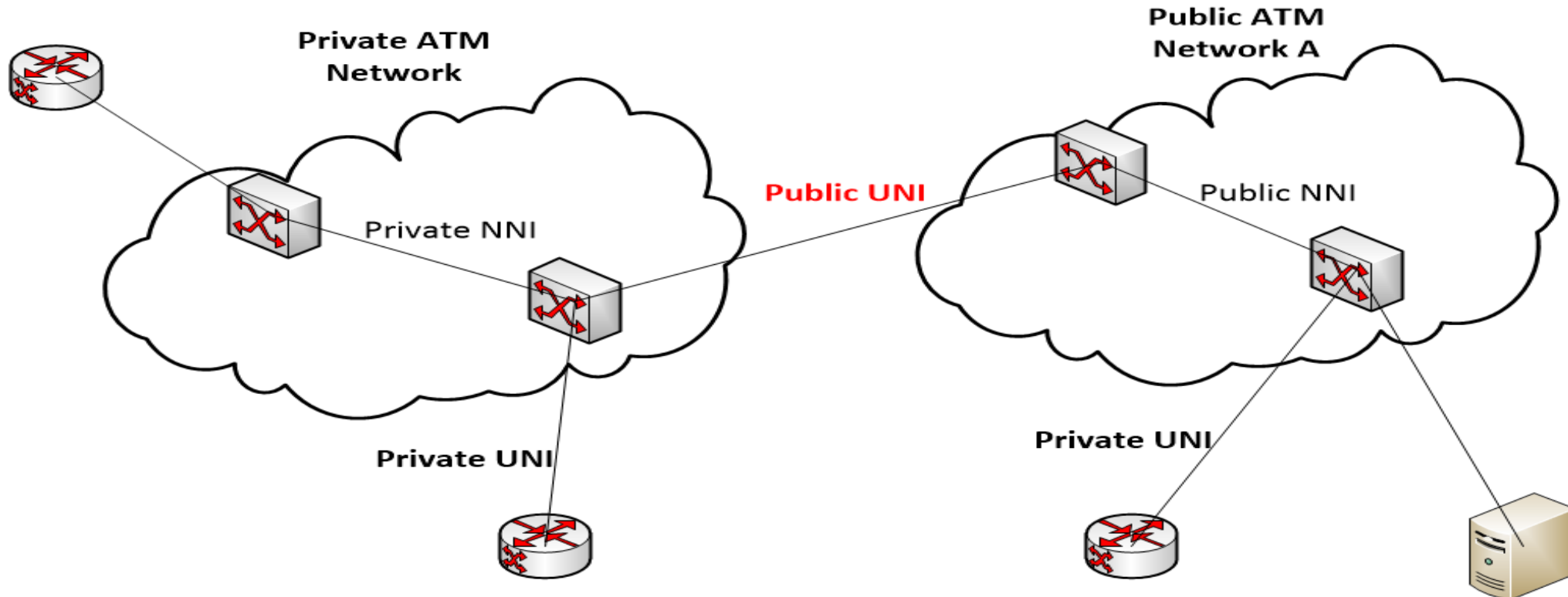
ATM – Interfaces

Redes Públicas

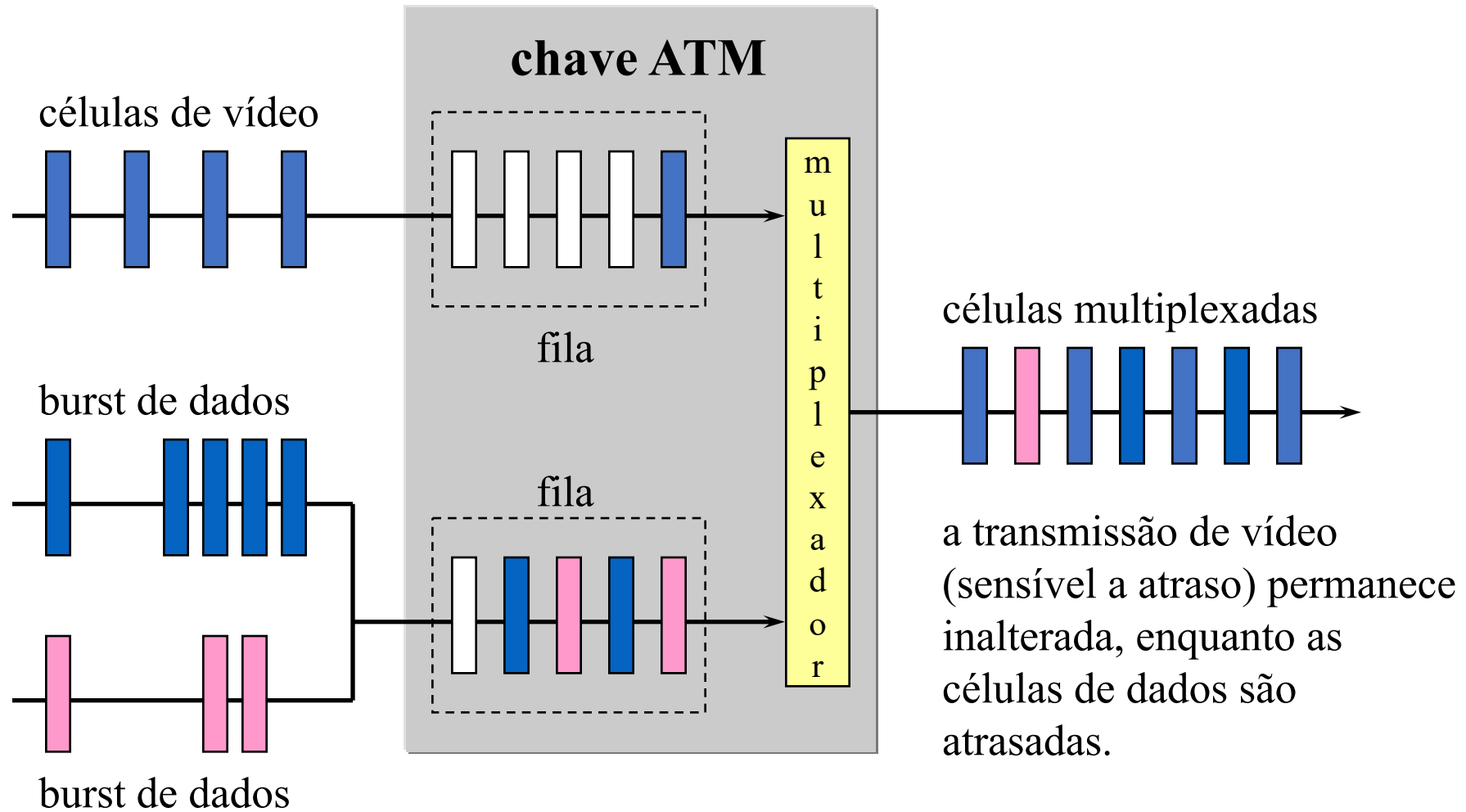
- **UNI** (User to Network Interface) – Norma ITU-T Q.2931
- **NNI** (Network Node Interface) – Norma ITU-T Q.2764

Redes Privadas

Private NNI e Private UNI – ambos definidos pelo **ATM Forum**



A chave ATM



as células de dados são concentradas e multiplexadas com informação síncrona, como voz e vídeo.

Camadas da rede ATM

O modelo *Open Systems Interconnection* – **OSI** é muito usado para modelar a maioria dos sistemas de comunicação. A tecnologia ATM também é modelada com a mesma arquitetura hierárquica, entretanto somente as camadas mais baixas são utilizadas. Assim como no modelo OSI/ISO, a tecnologia ATM também é estruturada em camadas, que substituem algumas ou uma parte das camadas da pilha original de protocolos. Esta estruturação do sistema ATM é dividida em 3 camadas, nomeadamente:

Camada Física que consiste no transporte físico usado para transferência de células de um nó para outro. Esta camada é muito flexível no sentido de que pode trabalhar com várias categorias de transporte físico.

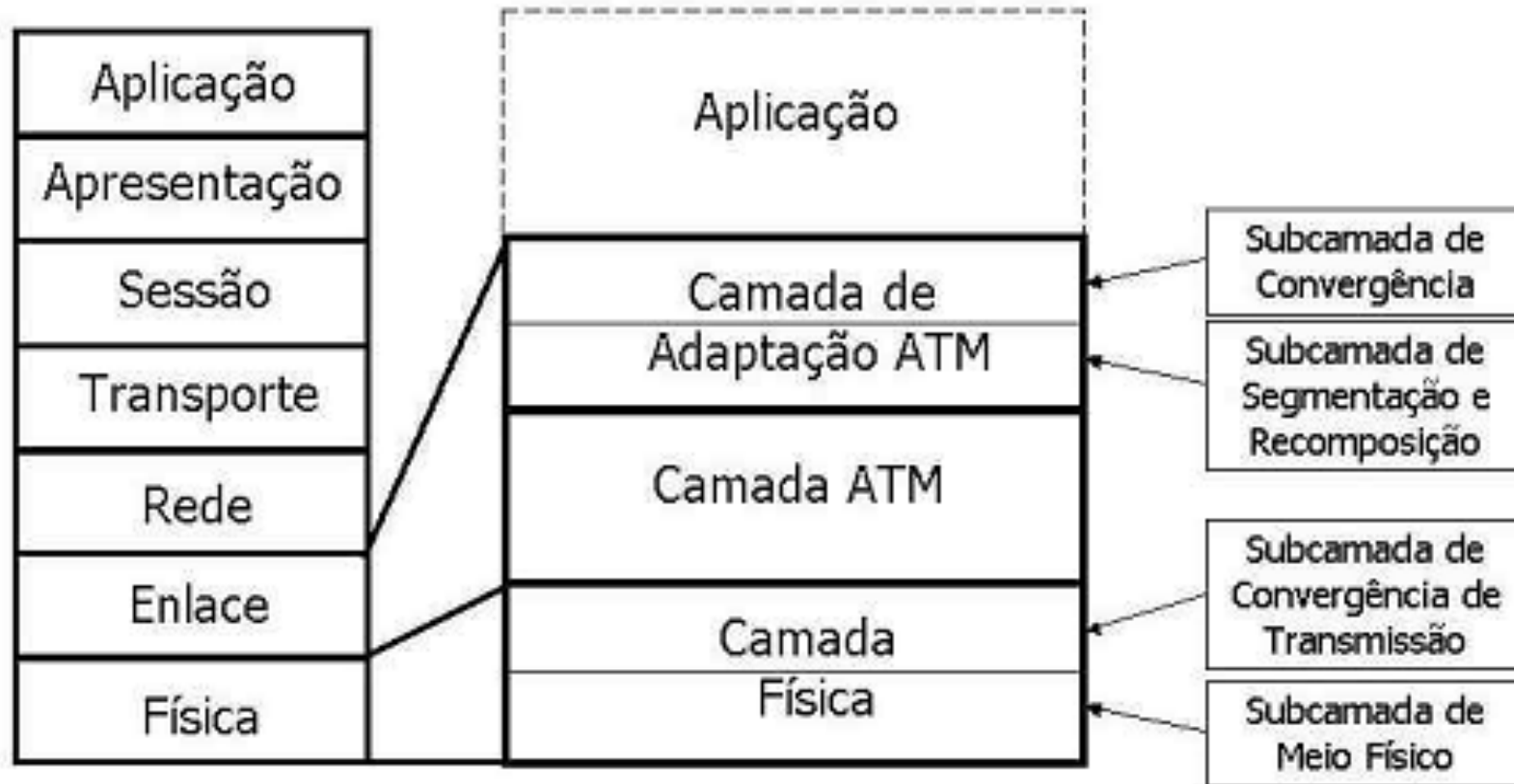
Camada ATM que viabiliza o chaveamento e roteamento das células ATM de acordo com os campos VCI e VPI do cabeçalho.

Camada de Adaptação ATM Esta camada cuida dos diferentes tipos de tráfego. Existem diferentes tipo de Camada de Adaptação para diferentes tipos de tráfego devido às diferentes características de transmissão de um tráfego específico.

OSI e ATM

Modelo OSI

Modelo ATM



Camada Física

A camada física do modelo ATM é subdividida em outras duas camadas: *Physical Medium Sublayer – PMS* e *Transmission Convergence Sublayer – TCS*. Na primeira são definidas as características elétricas, mecânicas e óticas do meio físico utilizado, bem como questões de sincronismo para transmissão/recepção de bits. A segunda é responsável por diversas tarefas, sendo as principais: geração dos bits de controle de erro, bem como detecção e correção de erros nos cabeçalhos, além do delineamento das células.

O ATM Forum estabeleceu quatro padrões diferentes para a Camada Física. No entanto, os mais importantes baseiam-se nos modelos *Synchronous Optical Network - SONET* e *Synchronous Digital Hierarchy – SDH*

SONET estabelece a taxa de **51,84 Mb/s**, conhecida como STS-1 para sinais elétricos e OC-1 para sinais óticos. Existem ainda frequências maiores, múltiplas da frequência básica (OC-n ou STS-n), sendo a máxima (n=48) 2488,32 MB/s.

SDH, a frequência básica de operação é de **155,52 Mb/s**, chamada de STM- 1. Da mesma forma, existem taxas maiores (STM-n), sendo a máxima igual a do padrão SONET. O SONET e o SDH também são responsáveis pela estrutura dos pacotes de dados enviados.

Camada ATM

A Camada ATM é a camada responsável pelas células ATM. O formato da célula consiste de **5 + 48 bytes**, cabeçalho e dados, respectivamente. O cabeçalho contém informações sobre **VC/VP**, tipo e controle de erro. A parte de dados contém os dados que devem ser transmitidos pela rede. As células são transmitidas serialmente e se propagam em uma sequência numérica estrita através da rede.

Principais funções desta camada:

Multiplexação e demultiplexação de células de diferentes conexões (VCI/VPI) em um único fluxo de células.

Translação dos identificadores da célula quando necessário em muitos casos quando a célula é comutada de uma conexão física para outra em um *switch* ATM. Essa translação pode ser efetuada sobre o VCI ou VPI separadamente ou em ambos simultaneamente.

Funções de qualificação da classe de QoS e de congestionamento em tráfego entre usuários.

Extração/adição do cabeçalho de célula antes/depois da célula ser enviada para a Camada de Adaptação ATM. ,

Implementação do mecanismo de controle de fluxo na interface de rede do usuário.

Camada de Adaptação ATM - AAL

A Camada de Adaptação, *Adaptation ATM Layer* – AAL, interfaceia protocolos de camadas superiores com a Camada ATM. Especificamente sua função é ajustar os serviços da Camada ATM para aqueles serviços requisitados pelas camadas superiores tais como emulação de circuitos, vídeo, áudio, *frame relay*, ...).

Usando a Camada de Adaptação recebe informação das camadas superiores, sua função principal é segmentar os dados em células ATM. Quando a informação vem da camada inferior, Camada ATM, sua função é reunir a parte de dados das células em pacotes com formatos que as camadas superiores possam tratar

A função da Camada de Adaptação é acomodar os dados vindo de várias fontes com diferentes características. Especificamente seu trabalho é adaptar os serviços que são requisitados pelas camadas superiores. Sendo assim, a Camada de Adaptação define os princípios básicos que serão utilizados nas camadas inferiores. Esta camada descreve os atributos dos serviços em termos de três parâmetros: *Bit Rate*, Requerimento do Tempo de Transmissão e o Modo de Conexão

Características dos tipos de AAL

	Classe A	Classe B	Classe C	Classe D
Tempo de Transmissão	Requerido	Requerido	Não requerido	Não requerido
<i>Bit Rate</i>	Constante	Variável	Variável	Variável
Modo de Conexão	Orientada à Conexão	Orientada à Conexão	Orientada à Conexão	Sem conexão
Tipo AAL	AAL1	AAL2	AAL3	AAL4
			AAL5	

Tipos de Trafego

Classe A – Serviço *Constant Bit Rate* – CBR: serviços de voz (64Kbit/s), vídeo não comprimido e linhas alugadas para redes privadas.

Classe B – Serviço *Variable Bit Rate* – VBR: serviços de voz e vídeo comprimidos.

Classe C – Serviço de Dados Orientados a Conexão: Transferência de dados orientada a conexão e geralmente aplicações de rede onde a conexão é estabelecida antes da transferência de dados. Originalmente foi recomendado pela *International Telecommunications Union* – ITU dois tipos de protocolos para suportar estes tipos de serviços e estes dois tipos foram reunidos em um único chamado AAL3/4. Devido a alta complexidade dos protocolos AAL3/4, foi proposto o protocolo AAL5 que passou a ser usado nesta classe de serviços.

Classe D – *Connectionless Data Service* – CLD: serviços de tráfego de datagramas e em geral, aplicações de rede onde nenhuma conexão é estabelecida anteriormente à transferência, por exemplo X.25 e *Frame Relay*. AAL3/4 e AAL5, ambos podem ser usados nesta classe de serviços.

Tipos de Trafego

Classe A – Serviço *Constant Bit Rate* – CBR: orientado a conexão, tráfego síncrono (ex: Voz e vídeo sem compressão)

Classe B – Serviço *Variable Bit Rate* – CBR: serviços de voz e vídeo comprimidos.

Classe C – Serviço de Dados Orientados a Conexão: transferência assíncrona (X.25, Frame Relay etc)

Classe D – *Connectionless Data Service* – CDD: envio de pacotes com conexão (LANs SMDS- Short for *Switched Multimegabit Data Services*, etc).

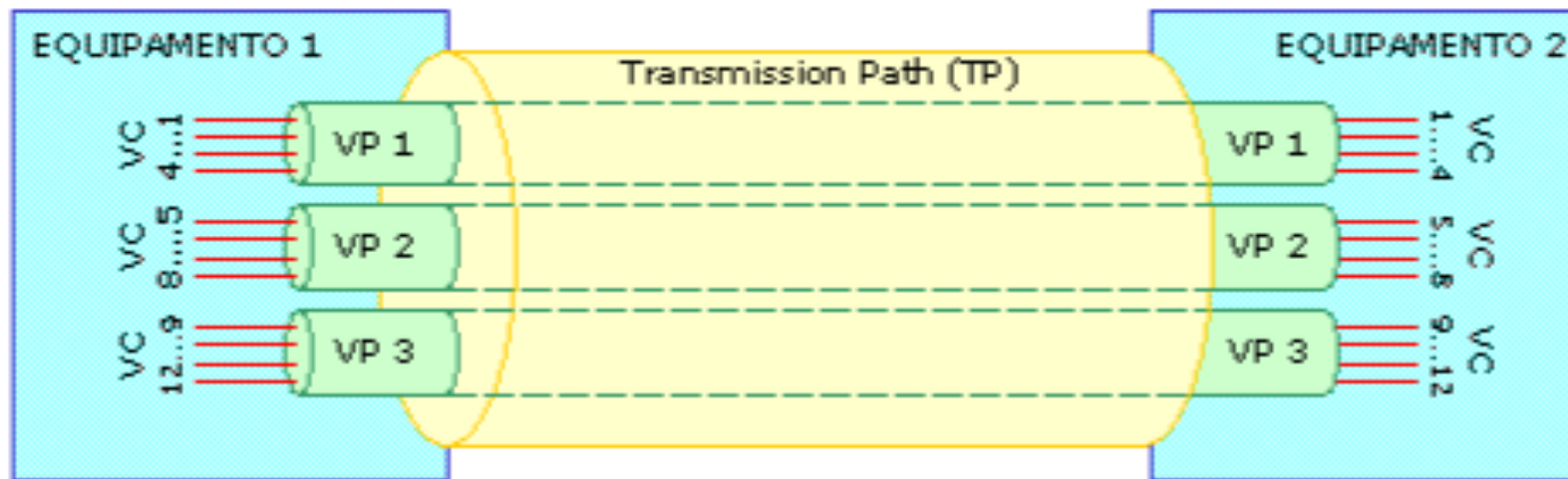
Encaminhamento (Virtual Connections)

A tecnologia ATM é baseada no uso de conexões virtuais. O ATM implementa essas conexões virtuais utilizando 3 conceitos:

TP (Transmission Path): é a rota de transmissão física (ex: circuitos das redes de transmissão SDH/SONET) entre 2 equipamentos da rede ATM.

VP (Virtual Path): é a rota virtual configurada entre 2 equipamentos adjacentes da rede ATM. O VP usa como infraestrutura os **TP's**. Um **TP** pode ter um ou mais **VP's**. Cada VP tem um identificador **VPI** (Virtual Paths Identifier), que deve ser único para um dado TP.

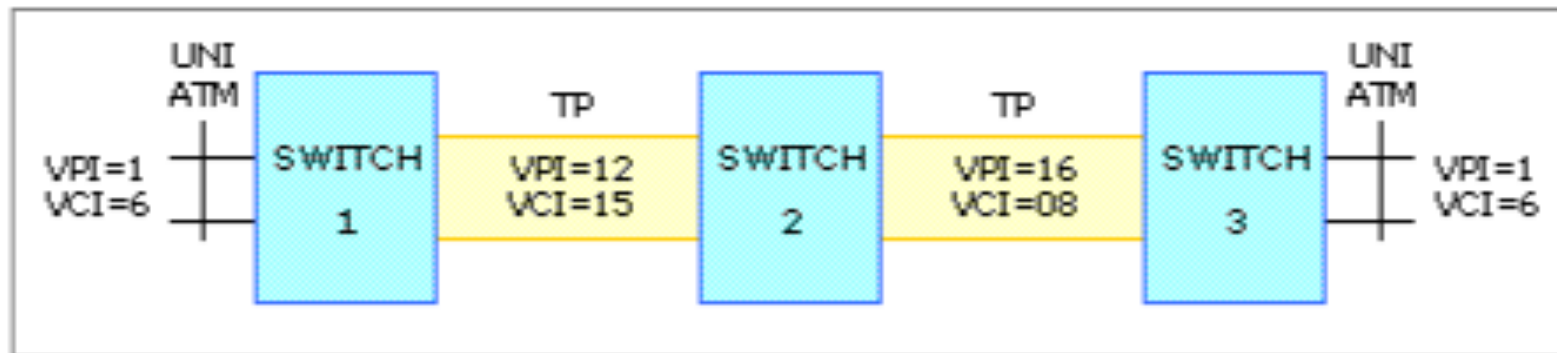
VC (Virtual Channel): é o canal virtual configurado também entre 2 equipamentos adjacentes da rede ATM. O VC usa como infraestrutura o VP. Um VP pode ter um ou mais VC's, Cada VC tem um identificador **VCI** (Virtual Channel Identifier), que também deve ser único para um dado TP.



VPC (Virtual Paths Connection): é a conexão de rota virtual definida entre 2 equipamentos de acesso ou de usuário. Uma VPC é uma coleção de VP's configuradas para interligar origem e destino.

VCC (Virtual Channel Connection): é a conexão de canal virtual definida entre 2 equipamentos de acesso ou de usuário. Uma VCC é uma coleção de VC's configuradas para interligar origem e destino.

Essas conexões são sempre **bidirecionais**, embora a banda em cada direção possa ter taxas distintas ou até mesmo zero. Ao serem configuradas, apenas os identificadores **VPI/VCI** nas conexões **UNI** da origem e do destino tem os mesmos valores. Nas conexões **NNI** entre equipamentos os valores de VPI/VCI são definidos em função da disponibilidade de VP's ou VC's.



O ATM é um protocolo orientado a conexão. A rede estabelece uma conexão através de um procedimento de sinalização, ou seja, um pedido de estabelecimento de conexão é enviado pela origem até o destinatário através da rede.

Se o destinatário concorda com a conexão, um VCC/VPC é estabelecido na rede, definido o VPI/VCI da conexão entre as UNI de origem e de destino, e alocando os recursos dos VP's e/ou VC's ao longo da rota

O ATM usa a técnica de roteamento para enviar as células, ao configurar um VPC ou VCC, o sistema usa como parâmetros os endereços ATM dos equipamentos de origem e destino, e o VPI/VCI adotado. Essas informações são então enviadas para as tabelas de roteamento dos equipamentos de rede, que usam para encaminhar as células.

Em cada equipamento as células dos VPC's são encaminhadas de acordo com o seu VPI, e as células dos VCC's de acordo com a combinação VPI/VCI.

Características do ATM - Resumo

Técnica de transmissão e chaveamento.

Combina capacidades de multiplexação por divisão de tempo (TDM) e chaveamento por pacotes.

Método de transferência de informação digital sob a forma de células.

O tamanho da célula é sempre constante, independentemente da informação transportada.

A conexão é estabelecida sob a forma de canais e rotas virtuais

Usuário do ATM

- envia quantas células forem necessárias para transferir seus dados
- paga somente pelas células que enviou

Características do ATM - Resumo

Pode ser entendida como uma evolução da rede de chaveamento de pacotes (packet switching)

O fluxo de informações pode ser variável

Adequada para suportar tráfego sob a forma de rajadas (burst)

- em contraste com a técnica de chaveamento de circuitos

Permite comunicação entre dispositivos que operam em taxas de transmissão diferentes

Características do ATM - Resumo

O cabeçalho do ATM é muito mais simples que os dos pacotes de dados convencionais

- Os atrasos no chaveamento são muito pequenos

As redes ATM são construídas a partir de nós ATM interconectados que comutam as células

- Uma rota através da rede é alocada para cada conexão

As conexões podem ser dos tipos

- ponto-a-ponto
- Multicast
 - células de uma fonte podem ser copiadas e enviadas para vários destinos

Características do ATM - Resumo

ATM pode “rodar” em vários meios

- SDH-155 Mb/s
- PDH-34 Mb/s
- LAN, MAN, WAN

Nós ATM podem comutar capacidade de 2,5 Gb/s, podendo chegar a 10 Gb/s

Células ATM podem operar nas taxas das LANs (100 Mb/s) ou nas taxas da rede pública (155 Mb/s)

Potencial para reunir LANs, MANs e WANs em uma única e simplificada rede

Características do ATM - Resumo

Redes ATM são do tipo orientada à conexão (“connection-oriented”)

- Circuitos virtuais são estabelecidos entre 2 pontos do sistema e as células são comutadas de acordo com identificadores de conexão
 - conexão ponta-a-ponta define pontos terminais e rotas sem dedicar largura de faixa
 - largura de faixa é alocada pela rede de acordo com a demanda de tráfego do usuário

este tipo de conexão garante qualidade do serviço.

Vantagens do ATM

Alto desempenho com potencial para comutar taxas da ordem de Tera bits/s

Largura de faixa dinâmica que pode acomodar tráfego de taxa variável (burst)

- aplicações envolvendo dados e voz em LANs
- vídeo por causa da resolução e movimento
 - requerem taxas altamente variáveis

Suporte que permite tráfego de serviços multimídia em uma única rede

Padrão internacional desde centrais até o ambiente do usuário final

Vantagens do ATM

Tecnologia escalonável em velocidade de transmissão e tamanho da rede

- pode suportar enlaces nas atuais velocidades T1/E1 até OC-12 (622 Mb/s) e nos futuros enlaces multi Gb/s

Arquitetura comum LAN/WAN permitindo uso consistente de equipamento para outro

- tradicionalmente LAN e WAN adotam tecnologias diferentes com implicações no desempenho e na interoperação

Simplificação das redes usando a arquitetura de canais virtuais

- tráfego nas LANs atuais são não orientadas para conexão

Questões de reflexão

Bibliografia consultada

- ▶ Larry L. Peterson and Bruce S. Davie – Computer Network a system approach 5th Edition
- ▶ Tanenbaum A. S. and Wetherall D. J. - *Computer networks* 5th Edition.
- ▶ Mário Vestias Redes - Cisco para profissionais - 6ª Edição
- ▶ Adaptado do Professor Doutor Lourino Chemane

OBRIGADO !!!