



# **TECNOLOGIA EM ANÁLISE E DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS**

**ANDERSON MARQUES NETO**

MATRÍCULA: 200879217

TURMA: C791UE (A) - Tucumã/PA

OUTROS TRABALHOS EM:  
[www.projetoderedes.com.br](http://www.projetoderedes.com.br)

## **MODELO DE REFERÊNCIA OSI**

Professor: Marcelo Hely Da Silva Oliveira  
Disciplina: Redes de Computadores I

2009

# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1. CONCEITO

O modelo OSI (*Open Systems Interconnection*) é um modelo de referência que foi criado para identificar as tarefas fundamentais que devem ser implementadas para a comunicação de dados entre computadores. O RM OSI (*Reference Model for Open Systems Interconnection*) é constituído de sete camadas, bem definidos, e para cada existe pelo menos um protocolo de comunicação. Este modelo foi desenvolvido pela ISO (*International Organization for Standardization*) em 1974 e chamado também de Camadas OSI ou Interconexão de Sistemas Abertos.

O modelo OSI nunca foi amplamente implementado através de um sistema de protocolos. Todavia, permanece como uma modelo de referência para identificar as funções típicas que devem ser desenvolvidas em qualquer sistema de protocolos de rede.

A ISO costuma trabalhar em conjunto com outra organização, a ITU (*International Telecommunications Union*), publicando uma série de especificações de protocolos baseados na arquitetura OSI. Estas séries são conhecidas como ‘X ponto’, por causa do nome dos protocolos – X.25, X.500, etc.

## 1.2. HISTÓRICO

As primeiras empresas que utilizaram os computadores para processamento comercial foram grandes corporações, e o modelo utilizado era totalmente centralizado. No início da década de 60, os primeiros protocolos de comunicação *BSC-1* (*Binary Synchronous Communications*) foram criados para transmissão de informações remotas em batch, e *BSC-3*, desta forma, permitia a integração do usuário com o sistema através de terminais, ou seja, o processamento *on-line*. Esses avanços tecnológicos proporcionaram com um alto grau de conectividade para os sistemas.

Desta época em diante, foram desenvolvidos vários tipos de *mainframes* para disputar o mercado, cada um utilizava uma arquitetura de rede própria e incompatível entre si, como por exemplo, o SNA (*IBM*), o XNS (*Xerox*) e o DECNET (*Digital*).

Os problemas começaram a surgir quando os usuários tiveram a necessidade de interconectar diferentes sistemas entre si, evidenciando assim as incompatibilidades entre os aplicativos, placas de memórias, expansões de terminal, placas controladoras e etc. Os componentes geralmente só funcionavam se pertencessem ao mesmo fabricante do *mainframe*, assim, os usuários ficavam “presos” a um único fornecedor. Os sistemas deste

tipo são conhecidos como sistemas fechados, pois não existe uma padronização consensual para os protocolos executados, que normalmente são conhecidos somente pelo fabricante.

Assim como pessoas que não falam o mesmo idioma têm dificuldade na comunicação entre si, era difícil para as redes que usavam diferentes especificações e implementações trocarem informações.

Se uma empresa adquirir outra empresa com um tipo diferente de sistema, seria um grande problema. Ambas vão querer comunicar-se entre si, e as incompatibilidades se tornarão difíceis de superar.

No final dos anos 70 apresentava um panorama curioso em termos de comunicação de dados em redes de computadores: por um lado, uma perspectiva de crescimento vertiginoso causados pelo investimento e desenvolvimento que estavam sendo feitos, mas por outro lado uma tendência que poderia acarretar em uma profunda crise no setor, a heterogeneidade de padrões entre os fabricantes, praticamente impossibilitando a interconexão entre sistemas de fabricantes distintos.

Iniciou-se a busca de sistemas abertos (**Figura 1**) para resolver os problemas de conexão, integração de aplicações e transparência no acesso às informações. Pois assim o usuário terá liberdade para escolha do fabricante equipamento, banco de dados, protocolos utilizados e outros componentes que, obedecendo a certos padrões, garantem a portabilidade das aplicações em diferentes plataformas.

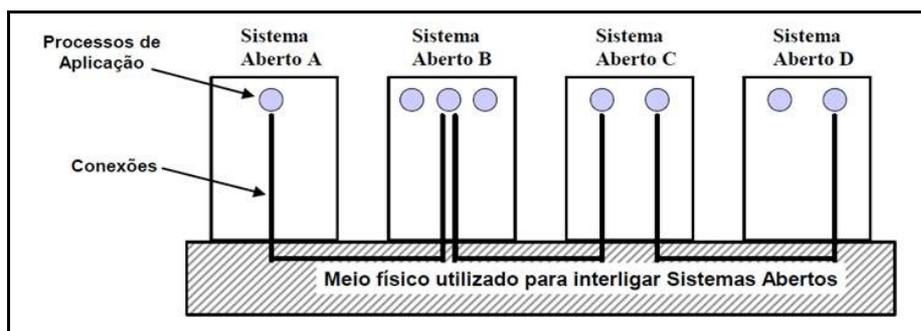


Figura 1 - Interconexão de sistemas abertos

Fonte: Hermes Senger [http://www-usr.inf.ufsm.br/~candia/aulas/espec/Aula\\_3\\_Modelo\\_OSI.pdf](http://www-usr.inf.ufsm.br/~candia/aulas/espec/Aula_3_Modelo_OSI.pdf) (p. 3)

Então os fabricantes começaram a perseguir alguns objetivos necessários para a implementação de um sistema aberto. Esses objetivos são:

- Interoperabilidade: capacidade que os sistemas abertos possuem de troca de informações entre eles, mesmo que sejam fornecidos por fabricantes diversos, assim nenhum fabricante levaria vantagem sobre o outro;

- Interconectividade: é a maneira através da qual se pode conectar computadores de fabricantes distintos;
- Portabilidade da aplicação: é a capacidade de um software de rodar em várias plataformas diferentes;
- "Scalability": capacidade de um software rodar com uma performance aceitável em computadores de capacidades diversas, desde computadores pessoais até supercomputadores.

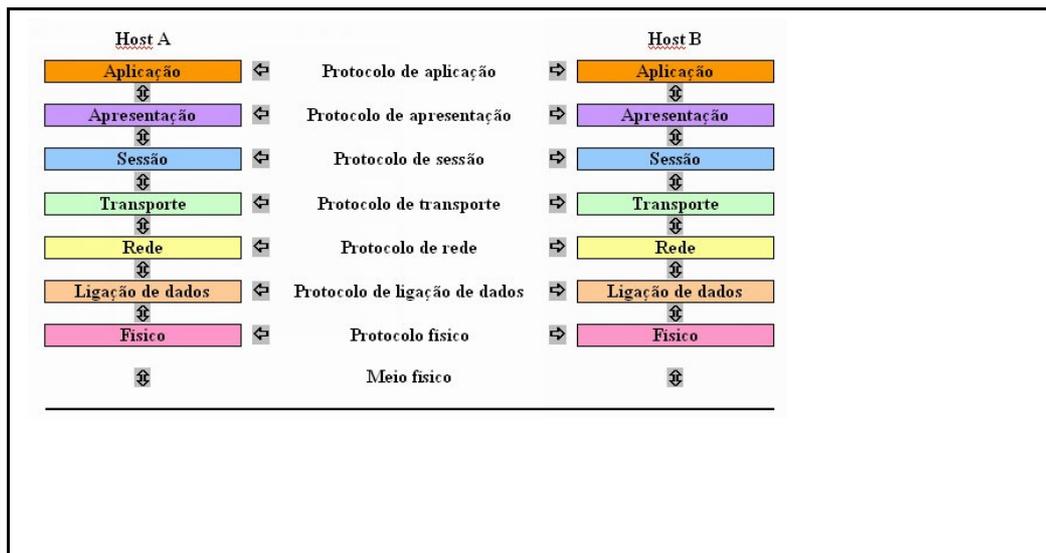
Para se atingir estes objetivos, a ISO (*International Organization for Standardization*) ou Organização Internacional de Normatização, passou a se ocupar em criar um padrão de arquitetura aberta e baseada em camadas. E no início dos anos 80, foi então definido o Modelo de Referência para Interconexão de Sistemas Abertos (*Reference Model for Open Systems Interconnection - RM OSI*). Esse modelo serve de base para qualquer tipo de rede, seja de curta, média ou longa distância.

É igualmente objetivo desta norma a identificação das áreas para desenvolvimento ou melhoria de normas, e modo de proporcionar uma referência comum para manter a consistência entre normas semelhantes. Não é objetivo das normas servir de especificação para implementação ou constituir a base para avaliação da compatibilidade das implementações atuais. Igualmente, não pretende fornecer um detalhe tão fino que determine precisamente os serviços e protocolos da arquitetura de interligação. Em disso, o modelo oferece uma referência conceptual e funcional que permite a equipes internacionais o desenvolvimento produtivo e independente de normas para cada nível do modelo OSI.

## **2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1. CARACTERÍSTICAS**

O modelo OSI é dividido em sete níveis (camadas), sendo que cada um deles possui uma função distinta no processo de comunicação entre dois sistemas abertos. A **Figura 2** abaixo mostra os sete níveis do modelo OSI, que serão analisados a seguir, iniciando pelo nível mais próximo ao meio físico e terminando no nível mais próximo do usuário. Pode-se ver através da figura que cada nível possui um ou mais protocolos que realizam as funções específicas daquele nível, e esses protocolos são compatíveis entre as máquinas que estão se comunicando (*host A e host B*).



Este conjunto de camadas é hierárquico, ou seja, cada camada baseia-se na camada inferior.

Figura 2 – Modelo OSI com suas camadas.

Fonte: CCNA 1- <http://www.scribd.com/doc/7732730/ccna102-fundamentos-de-redes>. (pág. 23)

Entre cada nível existe uma interface. Essa interface permite que dois níveis quaisquer troquem informações. A interface também define quais primitivas, operações e serviços o nível inferior oferece ao imediatamente superior.

Cada nível é independente entre si e executa somente suas funções, sem se preocupar com as funções dos outros níveis. Assim, por exemplo, o nível 2 preocupa-se em fazer uma transmissão livre de erros, não importando se o nível físico esteja utilizando par trançado, cabo coaxial ou fibra ótica.

As sete camadas podem ser agrupadas em três grupos: Aplicação, Transporte e Rede, como você pode ver na **Figura 3**.

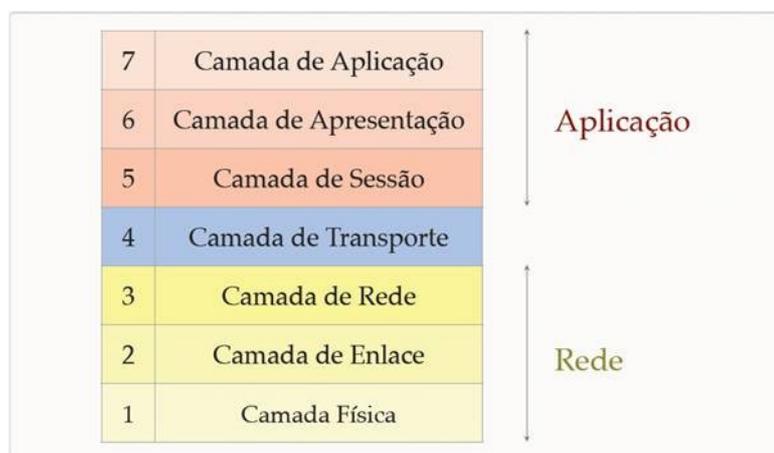


Figura 3 – Figura 2 – Modelo OSI pode ser agrupadas em três grupos.

Fonte: Everson S. Araujo <http://everson.por.com.br/files/Modelo%20OSI.pdf>. (pág 13)

- Rede: As camadas deste grupo são camadas de baixo nível que lidam com a transmissão e recepção dos dados da rede;
- Transporte: Esta camada é responsável por pegar os dados recebidos da rede e transformá-los em um formato compreensível pelo programa. Quando seu computador está transmitindo dados, esta camada pega os dados e os divide em vários pacotes para serem transmitidos pela rede. Quando seu computador está recebendo dados, esta camada pega os pacotes recebidos e os coloca em ordem;
- Aplicação: Essas são as camadas mais altas que colocam os dados no formato usado pelo programa.

A seguir serão analisados os sete níveis do modelo OSI, bem como suas funções e exemplos referentes aos protocolos existentes para cada um deles.

#### 2.1.1. CAMADA 7 – APLICAÇÃO

Este é o nível mais alto da arquitetura OSI, sendo o responsável pela viabilização dos serviços básicos de comunicação de dados. Nessa camada, encontram-se diversos protocolos, cada qual com a função de suprir as aplicações dos ambientes computacionais, com facilidades de comunicação de dados. As denominadas “facilidades básicas de comunicação de dados” são:

- Transferência de arquivos;
- Correio eletrônico;
- “Login” remoto (emulação de terminal);
- Gerenciamento de redes.

Existem várias outras funções implementadas nessa camada, contudo as funções básicas provêm as aplicações e bancos de dados dos ambientes computacionais, facilidades suficientes para as operações de comunicação de dados.

Exemplos de protocolos deste nível são o NFS (*Network File System*), o X.400, o SMTP (*Simple Mail Transfer Protocol*), bases de dados distribuídas, telnet, FTP (*FileTransfer Protocol*), SNMP (*Simple Network Management Protocol*), CMIP (*Common Management Information Protocol*), X.500 e assim por diante.

#### 2.1.2. CAMADA 6 – APRESENTAÇÃO

É a responsável pela compatibilização entre formas diferentes de apresentação de dados, gerando ao nível superior, seu usuário, uma facilidade de conversão e adequação das diferentes formas sintáticas de apresentação de dados. Basicamente, as tarefas a serem executadas por esta camada são:

- Conversão de dados: conversão dos caracteres e códigos (EBCDIC, ASCII, etc.);
- Formatação de dados: modificação da forma como são ou devem ser apresentados os dados (“layout” de dados);
- Seleção da sintaxe dos dados: viabilizar a adoção de determinada forma comum de troca de dados.

Desta forma, em uma mesma sessão de comunicação, podemos ter três tipos diferentes de sintaxe utilizados simultaneamente, ou seja, a sintaxe da camada apresentação da máquina que iniciou a comunicação, a sintaxe da máquina receptora e por fim, a sintaxe comum negociada entre as duas máquinas para viabilizar a comunicação. Essa camada garante a transparência das aplicações quanto a códigos e formatações de dados dos envolvidos na comunicação. Na maioria das arquiteturas, a função dessa camada está implícita na camada aplicação, não existindo então a separação entre os níveis 7 e 6 (exemplo: Telnet – TCP/IP).

### 2.1.3. CAMADA 5 – SESSÃO

Essa camada implementa protocolos cuja função é o estabelecimento, manutenção e desconexão dos diálogos mantidos entre os níveis de apresentação das máquinas envolvidas. A conexão entre duas camadas de apresentação é denominada de sessão, onde métodos de controle da comunicação são estabelecidos de forma ordenada. É nesta camada que implementamos as identificações de cada usuário, restringindo os acessos a entidades autorizadas. Quando estabelecida a conexão entre as camadas de apresentação, a camada de sessão provê, a esta conexão, todo o controle de envio e recepção de mensagens, assegurando uma comunicação ordenada e segura entre elas. Podemos enunciar os principais serviços prestados pelo nível de sessão, conforme descrito a seguir:

- Estabelecimento de sessão entre duas camadas de apresentação;
- Liberação da sessão entre duas camadas de apresentação;
- Viabilizar a negociação de parâmetros entre as camadas de apresentação;
- Controle da troca de dados entre as entidades de apresentação;

- Controle de fluxo simplex, half-duplex ou full duplex, de acordo com as solicitações e negociações efetuadas pelas camadas de apresentação.
- Sincronismo da comunicação;
- Facilidade para envio de informação urgente, com prioridade sobre as demais seqüências de dados.

Um exemplo de protocolo que se enquadra neste nível é o RPC (*Remote Procedure Call*).

#### 2.1.4. CAMADA 4 – TRANSPORTE

Esse nível é responsável pela criação de uma interface transparente, entre dos níveis superiores e os níveis denominados inferiores, disponibilizando os serviços destes de forma ordenada. A camada 4 implementa a “multiplexação” de várias entidade da camada apresentação, para uso dos serviços da camada rede. Os protocolos de nível 4 podem ser do tipo “*connectionless*” (sem conexão) ou com conexão “*end-to-end*” (fim a fim). Quando o protocolo de nível 4 tem conexão fim a fim, ele implementa a detecção e correção de erros, confirmações e seqüenciamento de unidade de dados. A complexidade do protocolo de nível transporte depende da necessidade do nível de apresentação e das limitações do nível da rede.

Como exemplos de protocolos de nível de transporte da família TCP/IP temos o TCP (*Transfer Control Protocol*), orientado à conexão e mais confiável, e o UDP (*User Datagram Protocol*), orientado a datagrama e menos confiável. O protocolo especificado pela ISO nesse nível é o TP4.

#### 2.1.5. CAMADA 3 – REDE

Este nível tem a função básica de encaminhar uma unidade de dados a uma determinada rede de destino e é dividido em dois protocolos distintos:

**Protocolo de nível Rede:** esse protocolo implementa a criação de canalizações virtuais, quando adora técnicas de comutação com comunicação “*end-to-end*”, seqüenciamento e numeração das unidades de dados, confirmações dos segmentos, endereçamento e etc. As implementações, capacidades funcionais, performance, eficiência e aplicabilidade dos protocolos (de nível rede) dependem da técnica de comutação adotada (circuitos, mensagens, pacotes ou células). O endereçamento neste nível menciona a máquina (endereço do host) e sua localização (endereço da rede onde a máquina está alocada).

Exemplos destes protocolos:

- X-25 (comutação por pacotes);

- IP (comutação por mensagens);
- Frame Relay (FR – comutação por pacotes, entretanto é considerado de nível enlace);
- ATM (comutação por células, entretanto também é considerado de nível enlace)

**Protocolo de Roteamento:** o protocolo de rede menciona o endereço do host e da rede (ou sub-rede) onde ele está conectado, mas o conhecimento dos “caminhos”, divulgação destes e manutenção das tabelas de roteamento, para que alcancemos a rede destino, são funções do protocolo de roteamento. Como exemplos de protocolos de roteamento, podemos citar os seguintes: IS-IS, ES-IS, EGP, BGP, RIP I, RIP II, OSPF e HELLO.

#### 2.1.6. – CAMADA 2 – ENLACE

Este nível tem diferenças fundamentais, quando abordamos protocolos de WAN, de MAN ou de LAN. Quanto as suas funções, o nível de enlace deve prover mecanismos de endereçamento das máquinas envolvidas na comunicação, implementar fluxo de dados half ou full duplex, validar os dados transmitidos, inserir métodos de checagem de erros (CRC, FCS e etc.), estabelecer uma comunicação síncrona ou assíncrona entre os envolvidos, operar de forma ponto, multiponto ou em rede local e solicitar os serviços do nível físico, por meio da sinalização elétrica de suas interfaces. Devido à demanda do mercado de redes locais, um órgão dos EUA, o IEEE (*Instituto de Engenharia Elétrica e Eletrônica*), iniciou a atividade de padronização de protocolos de nível enlace para redes locais. Pelo mesmo motivo, alguns fabricantes já disponibilizavam sistemas de redes locais com seus respectivos protocolos de enlace, o que forçou o IEEE a padronizar, não apenas 1 protocolo, mas sim 3 protocolos de nível enlace (mais 1 de interface padrão entre o enlace e o nível de rede, o 802.2 ou “LLC”). As tecnologias criadas pelos fabricantes são descritas a seguir:

- **IBM:** criou um protocolo denominado Token Ring, embasado em uma técnica Token Passing;
- **DEC/XEROX/INTEL:** criaram juntas um protocolo Ethernet.
- **HP e diversos fabricantes:** criaram um protocolo denominado Token Bus, embasado também na técnica Token Passing.

O grupo de trabalho, designado pelo IEEE, para efetuar estas padronizações, foi denominado “Grupo 802”, e as normas carregam esse número de identificação, conforme descrito a seguir:

- Ethernet: 802.3
- Fast Ethernet: 802.3II ou 802.3u
- Gigabit Ethernet 802.3III
- 10Gigabit Ethernet: 802.3IV
- Token Bus: 802.4
- Token Ring: 802.5

Para que os protocolos de nível superior ao enlace (rede) não tivessem problemas com a forma de comunicar-se com diferentes níveis de enlace, este nível (enlace) foi dividido em duas partes, em que a primeira corresponde às especificações dos protocolos de enlace (802.3, 802.4 e 802.5) mais as especificações do nível físico, e a segunda parte é uma interface comum para todos os protocolos de enlace e o nível rede (802.2).

#### 2.1.7. CAMADA 1 – FÍSICA

A camada física é a única camada que possui acesso físico ao meio de transmissão da rede devendo, portanto, se preocupar com fatores como as especificações elétricas, mecânicas, funcionais e procedurais da interface física entre o equipamento e o meio de transmissão, ou seja, a camada física tem como função básica a adaptação do sinal ao meio de transmissão.

- Mecânicas: propriedades físicas da interface com o meio físico de transmissão, incluindo, por exemplo, o tipo de conector utilizado;
- Elétricas: relacionam-se com a representação de um bit em termos de, por exemplo, nível de tensão utilizado e taxa de transmissão de bits;
- Funcionais: definem as funções a serem implementadas por esta interface;
- Procedurais: especificam a seqüência de eventos trocados durante a transmissão de uma série de bits através do meio de transmissão.

A camada física possui as seguintes funções:

- Estabelecimento/encerramento de conexões: ativa e desativa conexões físicas mediante a solicitação de entidades da camada de enlace;
- transferência de dados: a unidade de transmissão utilizada é o bit. O nível

físico tem como função transmitir os bits na mesma ordem em que chegam da camada de enlace (no sistema de origem) e entregá-los à camada de enlace na mesma ordem que chegaram (no sistema de destino);

- Gerenciamento das conexões: gerência da qualidade de serviço das conexões físicas estabelecidas. Deve monitorar taxa de erros, disponibilidade de serviço, taxa de transmissão, atraso de trânsito etc.

Os padrões de nível físico utilizados são, por exemplo, X.21, X.21 bis, V.24, V.28, RS-232 I.430, I.431 etc.

## 2.2 VANTAGENS

A utilização de um ambiente de sistema aberto nos oferece algumas vantagens, como:

- Liberdade de escolha entre soluções de diversos fabricantes;
- Acesso mais rápido a novas tecnologias e a preços mais acessíveis, já que é mais barato e rápido fabricar produtos baseados em uma plataforma padrão;
- Redução de investimentos em novas máquinas, já que os sistemas e os softwares de aplicação são portáteis para os vários tipos de máquinas existentes;
- Maior flexibilidade e simplicidade de implementação;
- Cada camada é isolada, logo pode ser trabalhada independentemente das camadas superior e inferior e mudanças podem ser feitas nos padrões de uma camada sem afetar as demais;
- O modelo é complementado com padrões que especificam o protocolo e o serviço de cada camada.

## 2.3 DESVANTAGENS

Além das vantagens, podemos observar algumas desvantagens:

- Quando as empresas começaram a reconhecer a necessidade de interoperabilidade entre as redes, somente o seu rival TCP/IP estava **disponível e pronto para seguir**, por isso o Modelo OSI não floresceu, decepcionando desta forma os projetistas deste modelo, porque

consideravam que o Modelo ISO iria dominar as comunicações de computador;

- Muitas camadas tornam o processo lento e burocrático, passando por várias camadas para enfim ser transmitido.

### 3. FUNCIONAMENTO

A estrutura em camadas define, de forma não-ambígua de cada uma delas, em que os protocolos de comunicação de cada camada são os responsáveis pela execução das funções. Um dos princípios básicos dessa estrutura em camadas é a hierarquia de utilização de serviços, no qual o protocolo de uma camada  $N$  utiliza os serviços do protocolo da camada inferior ( $N - 1$ ), e é prestador de serviços para a camada superior ( $N + 1$ ). Sendo assim os protocolos da camada 7 (Aplicação) não prestam serviços a nenhum outro protocolo e sim diretamente às aplicações, via sistema operacional; por outro lado, a camada 1 (Física) não utiliza serviços de nenhuma outra camada, por ser o último nível da estrutura, utilizando-se diretamente dos meios de transmissão. Veja a **Figura 4**.

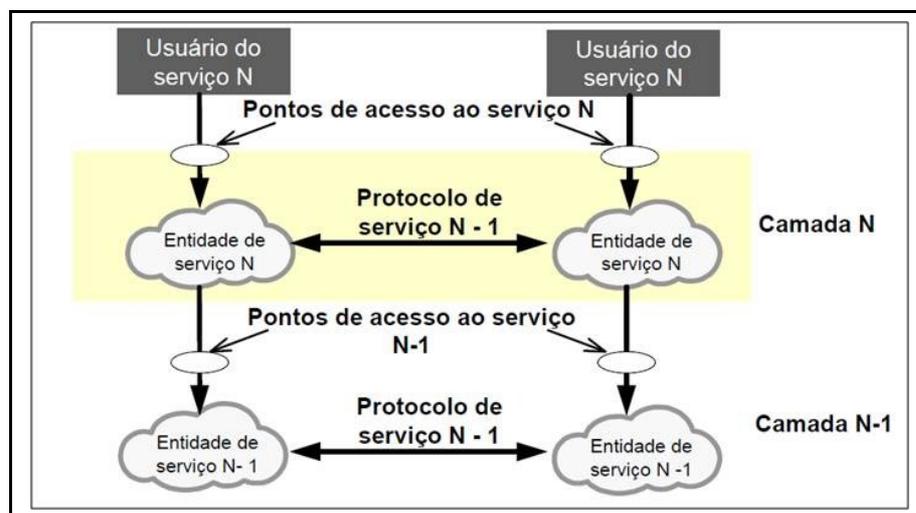


Figura – 4 Princípio de funcionamento do modelo OSI.

Fonte: Hermes Senger [http://www-usr.inf.ufsm.br/~candia/aulas/espec/Aula\\_3\\_Modelo\\_OSI.pdf](http://www-usr.inf.ufsm.br/~candia/aulas/espec/Aula_3_Modelo_OSI.pdf) (p. 7)

A conexão física, entre as máquinas envolvidas na comunicação, é efetuada por meio de um único nível, o protocolo da camada Física. Por outro lado, todas as demais camadas efetuam uma comunicação lógica com suas similares, pertinentes à máquina com a qual estão conectadas. A comunicação lógica dá-se por intermédio da implantação de cabeçalhos, (*headers*), que são controles de procedimento da comunicação. Com este conceito, verificamos que ocorre uma “envelopagem” e a respectiva tarefa inversa no

receptor, onde a informação é interpretada de acordo com os comandos inseridos nos cabeçalhos de cada camada, por seus respectivos protocolos. Alguns protocolos também implementam comandos de finalização (“*Trailer*”).

Verificamos que o protocolo X da camada N (**Figura 5**) que roda na máquina A comunica-se, logicamente, com o protocolo X da camada N que roda na máquina B, utilizando-se, ambos, dos serviços do protocolo Y da camada N – 1 e prestando serviços à camada N + 1. Constatamos, então, que além da comunicação entre protocolos de mesmo nível que rodam em diferentes máquinas, existe uma comunicação entre as camadas prestadoras e usuárias de serviços.

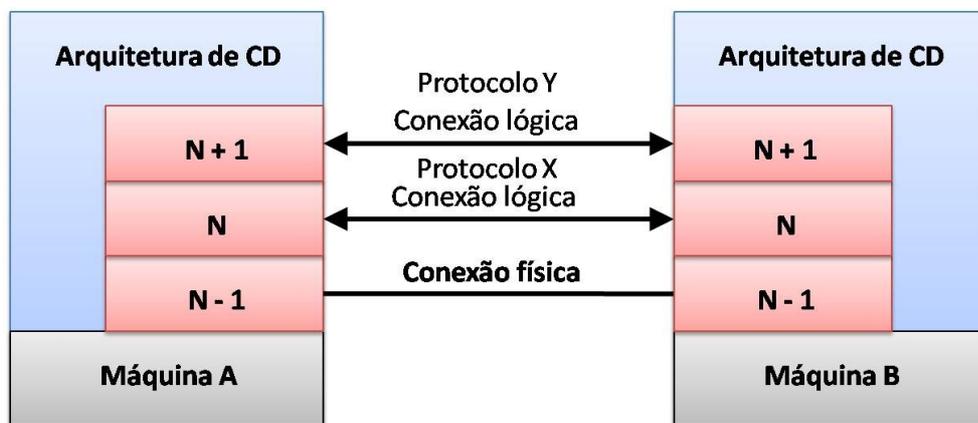


Figura – 5  
Fonte: GASPARINI, Anteu Fabiano Lúcio (pág. 33).

Como verificamos na **Figura 5**, a camada N + 1 solicita à camada inferior, N um determinado serviço (exemplo: uma conexão com a máquina B), e esta (N) solicita também à camada N – 1 seus serviços. Fica claro então, a necessidade de uma comunicação ordenada entre as camadas que fazem fronteiras (superior e inferior). Esta comunicação entre camadas adjacentes é função também dos respectivos protocolos. As camadas “pares” executam atividades similares em máquinas diferentes, sendo estas atividades comandadas por um software denominado protocolo de comunicação, o qual é idêntico em ambas as máquinas. Para que os protocolos se “entendem”, é necessária uma troca de controles entre si, os quais são acondicionados no início das mensagens e nomeados cabeçalhos (*header*). Esses controles são similares à conversação humana no telefone. Quando uma mensagem é recebida pela camada mais alta, esta efetua o tratamento necessário mensagem, inserindo seu *header* e a enviando, com suas respectivas “recomendações” ao nível inferior, o qual também processa a mensagem, insere seus controles (*header*) e a envia ao seu prestador de serviços (nível inferior). Este processo repete-se até a mensagem chegar ao último nível (físico), quando

então é enviada ao destinatário por meio de determinado meio de transmissão, e quando chegar a seu destino, ela é processada por cada nível, que retira seu *header* (após processá-lo), o qual efetua a mesma operação. Este processo ocorre a cada camada, até que a mensagem chegue ao nível mais alto da arquitetura (aplicação). A estrutura é exemplificada na **Figura 6**. (Observação: “*header*” está sendo interpretado como “dados”)

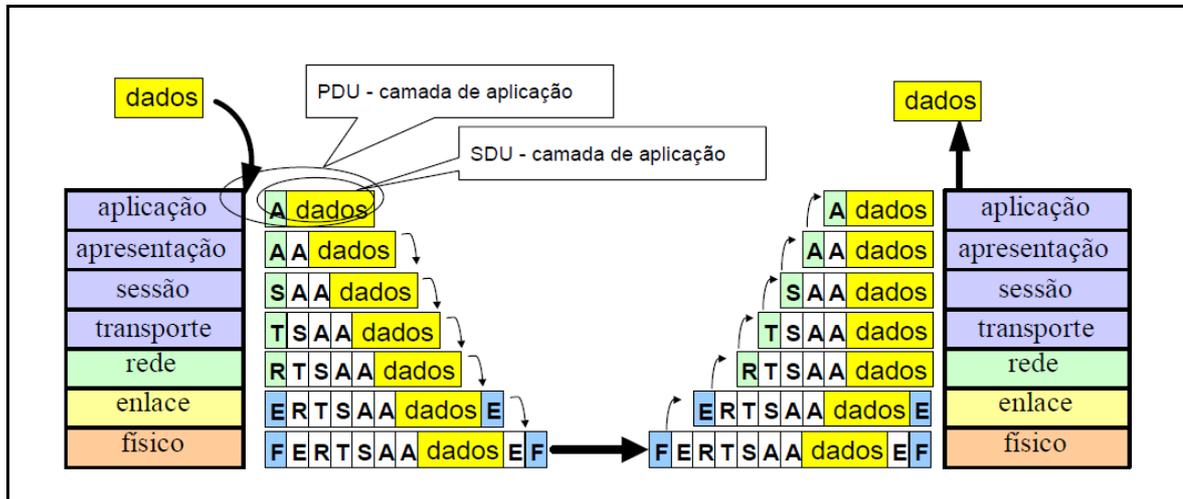


Figura – 6 A troca de dados entre camadas.

Fonte: Hermes Senger [http://www-usr.inf.ufsm.br/~candia/aulas/espec/Aula\\_3\\_Modelo\\_OSI.pdf](http://www-usr.inf.ufsm.br/~candia/aulas/espec/Aula_3_Modelo_OSI.pdf) (p. 20)

#### 4. BIBLIOGRAFIA

ABEU - Especialização em Redes de Computadores e Internet, **Redes de computadores e TCP/IP – modelo OSI e TCP/IP**. Arquivo disponível em: [http://www.abusar.org/ftp/pub/pitanga/Aulas/a01\\_modelos.pdf](http://www.abusar.org/ftp/pub/pitanga/Aulas/a01_modelos.pdf). Acesso em: 14 de julho de 2009.

ARAUJO, Everson Santos. **MODELO OSI/ISO**. [everson@por.com.br](mailto:everson@por.com.br). Arquivo disponível em: <http://everson.por.com.br/files/Modelo%20OSI.pdf>. Acesso em 14 de julho de 2009.

CCNA 1- Conceitos Básicos de Redes. Módulo 2 - **Fundamentos de Redes**. (pág. 21 a 25) Arquivo disponível em: <http://www.scribd.com/doc/7732730/cena102-fundamentos-de-redes>. Acesso em 13 de julho de 2009.

Emerson S. Tavares Braga e Bernardino Rodrigues Silva Júnior. Arquivo disponível em: <http://www2.dc.uel.br/~sakuray/Espec-Comunicacao%20de%20dados/Emerson%20-%20Bernardino/Modelo%20OSI%20e%20TCP-IP%20-%20COMPLETO.htm>. Acesso em: 14 de julho de 2009.

Gabriel Torres e Cássio Lima, **O Modelo de Referência OSI para Protocolos de Rede**. Tipo: Tutoriais. Última Atualização: 10 de abril de 2007, (pág. 2 e 3). Arquivo disponível em: <http://www.clubedohardware.com.br/artigos/1349>. Acesso em: 15 de julho de 2009.

GASPARINI, Anteu Fabiano Lúcio. **Infra-Estrutura, protocolos e sistemas operacionais de LANs: Redes Locais**. 2ª Edição. São Paulo: Editora Érica, 2007 - pág. 32 a 37.

GOUVEIA, Luís Manuel Borges. **Comunicação de dados - normas**. Versão 1.1, Outubro 1997. Arquivo disponível em: [http://www2.ufp.pt/~lmbg/textos/norma\\_osi.html](http://www2.ufp.pt/~lmbg/textos/norma_osi.html). Acesso em: 14 de julho de 2009.

HERMES SENGER. (Pós-Graduação “Lato Sensu” em Redes de Computadores - DC - UFSCar). © Copyright - H. Senger. Arquivo disponível em: [http://www-usr.inf.ufsm.br/~candia/aulas/espec/Aula\\_3\\_Modelo\\_OSI.pdf](http://www-usr.inf.ufsm.br/~candia/aulas/espec/Aula_3_Modelo_OSI.pdf). Acesso em: 13 de julho de 2009.

[http://pt.wikipedia.org/wiki/Modelo\\_OSI](http://pt.wikipedia.org/wiki/Modelo_OSI). Acesso em 15 de julho de 2009.

<http://www.scribd.com/doc/6542051/O-Modelo-OSI-de-Arquitetura>. Acesso em: 13 de julho de 2009.

ISTEC, Tecnologias e Protocolos da Internet. Lição 1 - **As redes de computadores e a Internet**. © ACADEMIA DE SOFTWARE, LDA. Pág. 22 a 23. Arquivo disponível em: <http://www.scribd.com/doc/6943133/Livro-01As-redes-de-computadores-e-a-Internet>. Acesso em 15 de julho de 2009.

MAGNUN LENO. **Curso de Redes: Modelos ISO/OSI e TCP/IP**. Posted 15-12-2008 e Updated 12-03-2009. Arquivo disponível em: <http://under-linux.org/b313-curso-de-redes-modelos-iso-osi-e-tcp-ip>. Acesso em: 14 de julho de 2009.

PINHEIRO, Ricardo J. **Fundamentos de Redes de Computadores - Arquiteturas de Redes**. Arquivo disponível em: <http://www.scribd.com/doc/13273226/Redes-parte-5-Modelos-de-Arquitetura-de-Redes>. Acesso em: 13 de julho de 2009.

THIAGOVEIGA, **O Modelo de Referência OSI**. 12 de Dezembro, 2008. Arquivo disponível em: <http://ensinar.wordpress.com/2008/12/12/o-modelo-de-referencia-osi/>. Acesso em: 14 de julho de 2009.