

GESTÃO DE REDES

marco.uminho.pt/~dias/MIECOM/GR

ENGENHARIA DE COMUNICAÇÕES Mestrado Integrado

GRUPO DE COMUNICAÇÕES POR COMPUTADOR

Departamento de Informática
Universidade do Minho

A. FUNDAMENTOS & ARQUITECTURAS DE GESTÃO

- Apresentação da motivação para a normalização.
- Principais arquitecturas normalizadas pela OSI, IETF e DMTF.

B. TECNOLOGIAS & MECANISMOS AVANÇADOS

- Apresentação do estado da arte.
- Discussão sobre áreas de investigação promissoras.

C. PRÁCTICAS CORRENTES & ANÁLISE DE CASOS DE ESTUDO

- Estudo e experimentação com ferramentas populares.
- Análise de casos típicos de gestão integrada de serviços de rede.

I. "Network Management: An introduction to principles and practice."

- M. Subramanian, Addison-Wesley, 1999.

II. "SNMP, SNMPv2, SNMPv3 & RMON 1 and 2."

- W. Stallings, Addison-Wesley, 1998.

III. "Network Management, MIBs and MPLS: Principles, Design and Implementation."

- S. Morris, Addison-Wesley, 2003.

IV. "Network Services Management Framework."

- B. Dias, Universidade do Minho, 2004.

Necessidades de Normalização

- Heterogeneidade dos equipamentos de rede.
- Aumento do número de protocolos na comunicação de sistemas computacionais.
- Aumento exponencial do número de equipamentos de rede, sistemas finais e de aplicações distribuídas.
- Implementação de sistemas de configuração e controlo de qualidade de serviço.
- Parametrização dos serviços de rede.
- Introdução de mecanismos de controlo de acesso e contabilização.

Arquitectura TMN (ISO ITU-T M.3010)

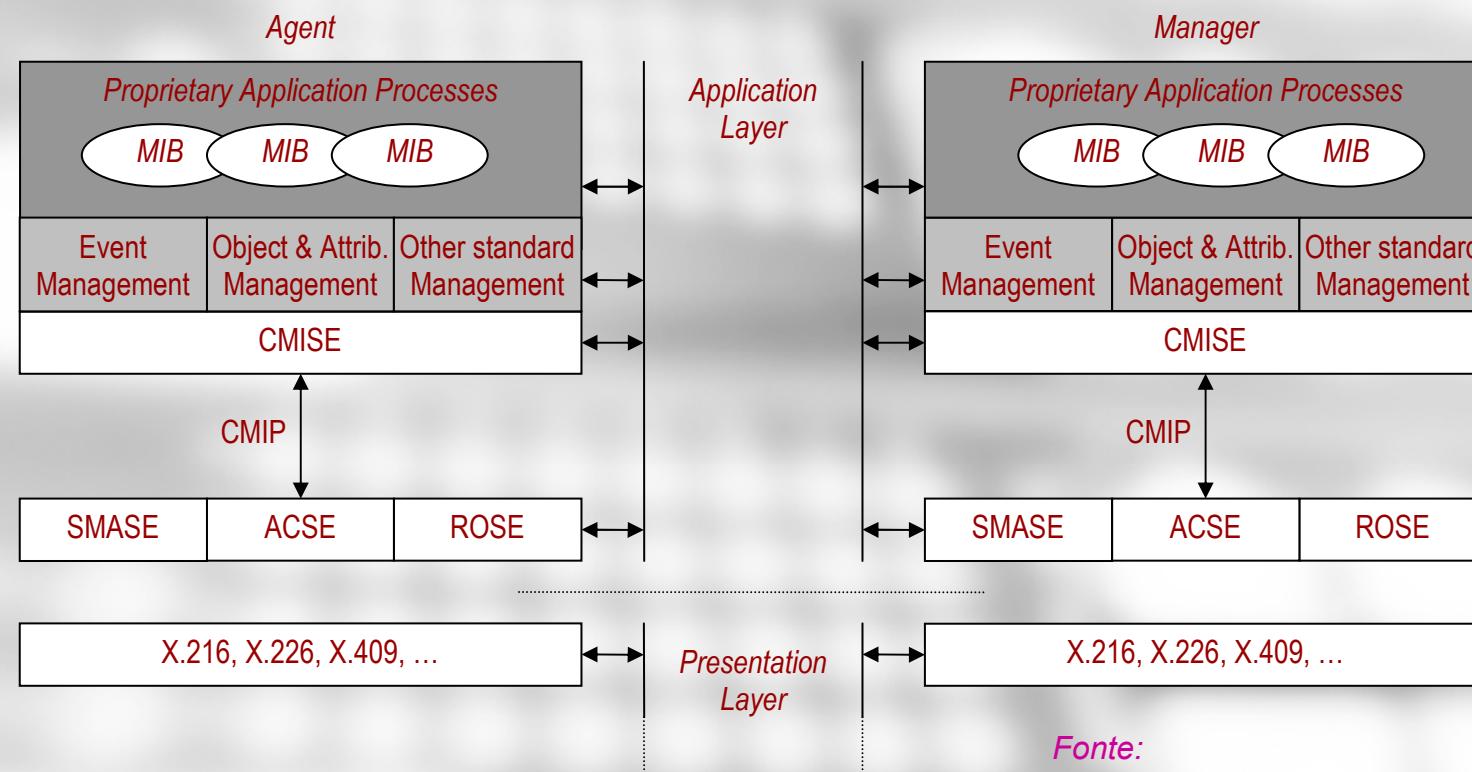
- Aplicação exclusiva para redes de telecomunicações.
- Tem como base o modelo funcional da gestão OSI.
- Rede de transmissão de dados dedicada exclusivamente à gestão.
- Sistema centralizado mas com mais hierarquização do que a arquitectura OSI.

FUNDAMENTOS & ARQUITECTURAS

Arquitectura OSI (ISO ITU-T X.700)

- Cinco áreas funcionais (FCAPS): configuração, gestão de falhas/anomalias, controlo de performance, gestão da segurança e contabilização.
- A gestão é também uma aplicação, necessitando da pilha completa de protocolos OSI (muito pesada).
- Bases de dados dos objectos a gerir (informação de gestão) conceptualiza os recursos nos vários níveis da pilha.
- Sistema centralizado (problemas de escabilidade).
- Protocolo/Serviço de interface: CMIP/CMIS.

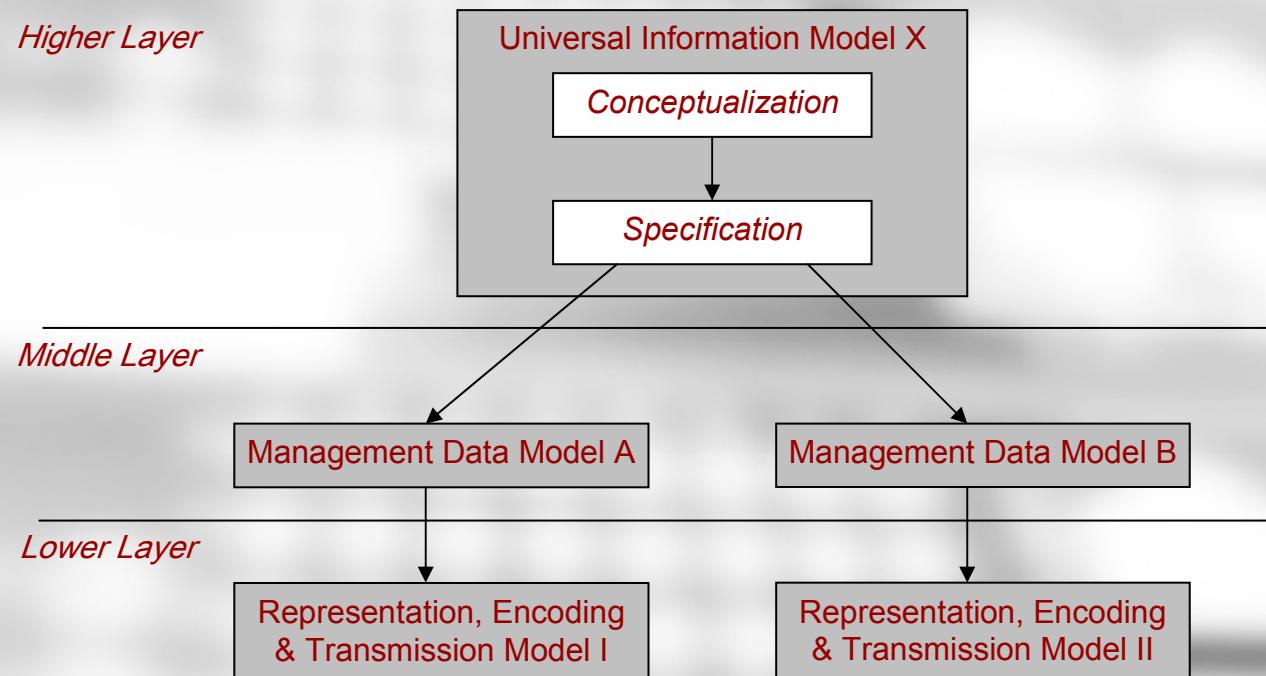
Arquitectura de Gestão ISO/OSI



Fonte:

Network Services Management Framework
B.Dias, PhD Thesis
Universidade do Minho, December 2004.

Modelos de Dados e de Informação



Fonte:

Gestão de Redes Internet: Network Services Management
Bruno Dias
Universidade do Minho, 2004

Internet Network Management Framework

- Objectos/Protocolos simples.
- Consome poucos recursos nos equipamentos de rede a gerir.
- Arquitectura simples e centralizada.
- Bases de dados de objectos de gestão (MIB) inspiradas no formalismo de abstracção da OSI.
- Gestão está no nível das aplicações (i.e., é um serviço aplicacional).
- Preocupações crescentes ao nível da segurança.

INMF: Evolução Histórica

- Inicialmente foi só criado o **Simple Network Management Protocol (SNMP)** baseado directamente no **Simple Gateway Management Protocol (SGMP)**.
- Outras alternativas da época (década de 80) foram preteridas:
 - > **CMIP over TCP (CMOT)**;
 - > **High-Level Entity Management System (HEMS)**.
- Três versões até agora:
 - > INMFv1 de 1990-1992.
 - > INMFv2 de 1993; Revisão de 1996.
 - > INMFv3 de 1999; Revisão em 2002-2003.

INMF: Componentes de Normalização

- Normalização actual em vários componentes:
 - > **Structure of Management Information (SMI)**
 - > **Management Information Bases (MIBs)**
 - > **Simple Network Management Protocol (SNMP)**
 - > **User-based Security Model (USM)**
 - > **View Access Control Model (VACM)**
- Modelo de comunicação assimétrico e assíncrono.
- Sistema com *Polling* intensivo.
- Tipo de objectos simples com identificação através de OIDs, como na OSI.

INMF: Objectos de Gestão (SMI & MIBs)

- Os tipos possíveis para os objectos são definidos em ASN.1 na SMI (vai na 2^a versão).
- Os tipos de objectos permitidos são relativamente simples e a sua manipulação/organização é limitada e complexa.
- Os objectos são conceptualizações de recursos ou parâmetros de funcionamento dos equipamentos.
- Identificação universal e hierárquica com OIDs e o agrupamento dos objectos é feito em MIB Groups.
- Políticas de acesso definidas por MIB Views.

INMF: Simple Network Manag.Protocol

- Protocolo de transporte da informação/dados de gestão, simples e assíncrono.
- Utiliza preferencialmente o protocolo UDP e está pensado para utilização de mecanismos de *polling* intensivo.
- Apenas quatro comandos/primitivas para os gestores:
 > **snmp-get**, **snmp-getnext**, **snmp-getbulk** e **snmp-set**.
- Três comandos/primitivas para os agentes:
 > **snmp-response**, **snmp-trap** e **snmp-inform**.
- Pouca evolução dos PDUs ao longo do tempo.

INMF: Segurança & Controlo de Acesso

- Área de maior evolução actual, sobretudo a partir do SNMPv2.
- Sistema complexo definido em duas normas:
 - > **User-based Security Model (USM)**,
(mecanismos para encriptação e sumariação)
 - > **View Access Control Model (VACM)**.
(definição do controlo de acesso aos objectos)
- Utilização de mecanismos de segurança relativamente recentes.
- Indefinição no conceito de chave ou sistema de gestão de chaves.
- Utilização real ainda é baseada em *community strings*!

INMF: Structure of Management Information

- Definição dos tipos possíveis de objectos:
 - > SMIv1 (RFC1155) & SMIv2 (RFC2578).
- Cada tipo de objecto é definido por três blocos lógicos:
 - > **Object Identifier** (OID),
 - > Tipo e sintaxe definidos em ASN.1, e
 - > Definição implícita do tipo de codificação utilizando a norma **Basic Encoding Rules** (BER).
- Definição de tipos adicionais com semânticas mais restrictas através das **Textual Conventions**.
- Definição de capacidades em **Conformance Statements**.

INMF: Structure of Management Information

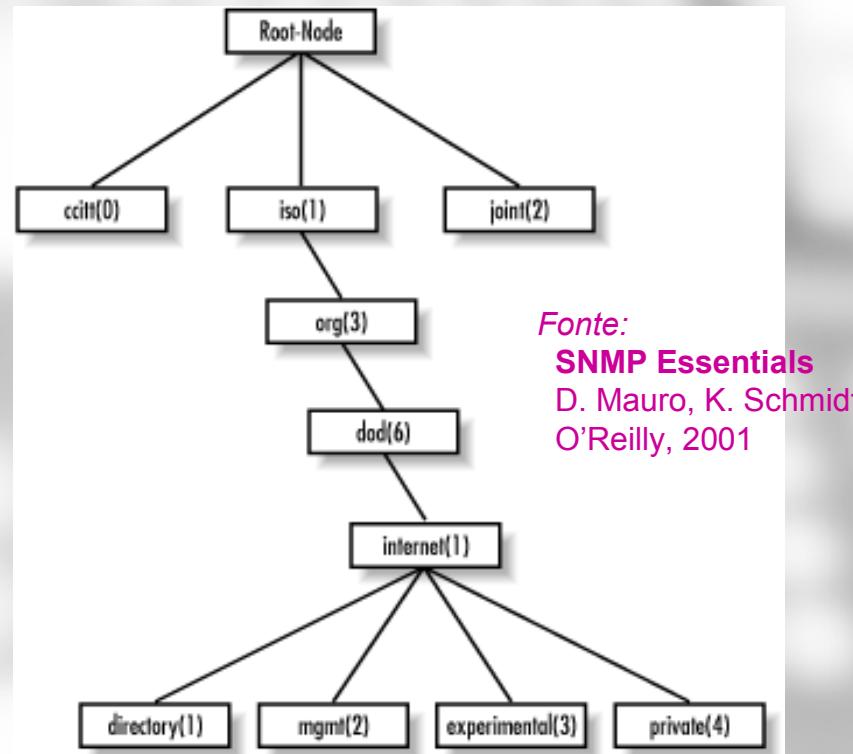
- Vários tipos escalares:
 - > Octet String,
 - > Bits, Unsigned, Integer,
 - > Counter & Gauge (32 e 64 bits),
 - > Timeticks,
 - > Object Identifier,
 - > NetAddress & IPAddress,
 - > Opaque,
 - > ...
- Tipos não escalares (para definir listas e tabelas):
 - > Sequence.

INMF: Structure of Management Information

- Textual Conventions:
 - > **DisplayString**,
 - > **PhysAddress** & **MacAddress**,
 - > **TruthValue** & **FalseValue**,
 - > **TestAndInc**,
 - > **TimeStamp**, **TimeInterval** & **DateAndTime**,
 - > **StorageType**,
 - > **VariablePointer**,
 - > **TDomain** & **TAddress**,
 - > **AutonomousType**,
 - > ...

INMF: Structure of Management Information

- Object Identifier:



*Fonte:
SNMP Essentials
D. Mauro, K. Schmidt
O'Reilly, 2001*

INMF: Structure of Management Information

Object Identifier:

[...]

internet OBJECT IDENTIFIER ::= { iso(1) org(3) dod(6) 1 }

directory OBJECT IDENTIFIER ::= { internet 1 }

mgmt OBJECT IDENTIFIER ::= { internet 2 }

experimental OBJECT IDENTIFIER ::= { internet 3 }

private OBJECT IDENTIFIER ::= { internet 4 }

[...]

enterprises OBJECT IDENTIFIER ::= { private 1 }

[...]

INMF: Management Information Bases

- Uma MIB standard (RFC 1213):
 - > MIBv1 (1990) & MIBv2 (1991).
- Uma MIB especial para monitorização estatística:
 - > **Remote Monitoring MIB** (v2, RFC 2819).
- Muitas outras MIB específicas, normalizadas ou não:
 - > RFC 2863 -- **Interfaces Group MIB**
 - > RFC 1850 -- **OSPF Version 2 MIB**
 - > RFC 2790 -- **Host Resources MIB**
 - > ...

INMF: MIB-II

```
RFC1213-MIB DEFINITIONS ::= BEGIN
    IMPORTS
        mgmt, NetworkAddress, InetAddress, Counter, Gauge, TimeTicks FROM RFC1155-SMI
        OBJECT-TYPE FROM RFC 1212;

        mib-2      OBJECT IDENTIFIER ::= { mgmt 1 }

    -- groups in MIB-II

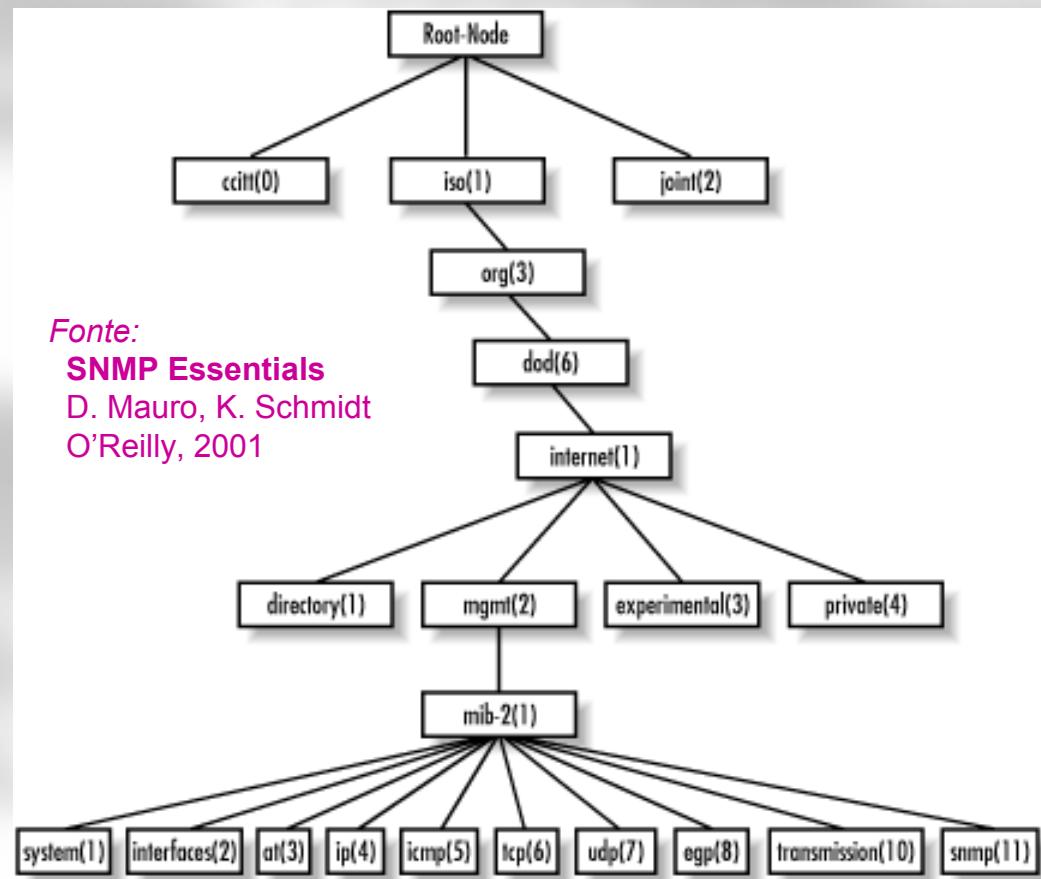
        system          OBJECT IDENTIFIER ::= { mib-2 1 }
        interfaces      OBJECT IDENTIFIER ::= { mib-2 2 }
        at              OBJECT IDENTIFIER ::= { mib-2 3 }
        ip              OBJECT IDENTIFIER ::= { mib-2 4 }
        icmp            OBJECT IDENTIFIER ::= { mib-2 5 }
        tcp             OBJECT IDENTIFIER ::= { mib-2 6 }
        udp             OBJECT IDENTIFIER ::= { mib-2 7 }
        egp             OBJECT IDENTIFIER ::= { mib-2 8 }
        transmission    OBJECT IDENTIFIER ::= { mib-2 10 }
        snmp            OBJECT IDENTIFIER ::= { mib-2 11 }

    -- the Interfaces table

        ifTable OBJECT-TYPE
            SYNTAX  SEQUENCE OF IfEntry
            ACCESS  not-accessible
            STATUS  mandatory
            DESCRIPTION
                "A list of interface entries. The number of entries is
                 given by the value of ifNumber."
                ::= { interfaces 2 }

    [...]
```

INMF: Grupos da MIB-II



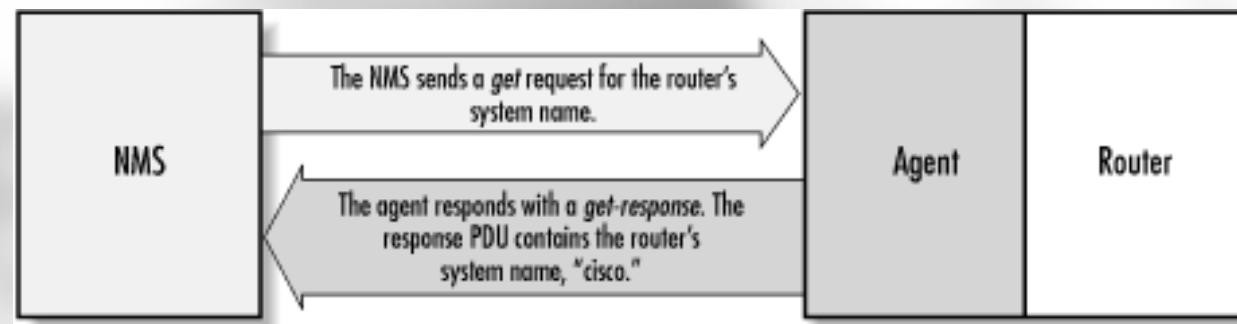
INMF: Simple Network Manag. Protocol

- Apenas duas versões:
 - > SNMPv1 (RFC 1157) – para o INMFv1;
 - > SNMPv2 (RFC 1905) – para o INMFv2 e INMFv3.
- Primitivas/Operações SNMP:
 - > **get-req*** (SNMPv1 & v2),
 - > **get-next-req*** (SNMPv1 & v2),
 - > **get-bulk-req*** (SNMPv2),
 - > **set-req*** (SNMPv1 & v2),
 - > **get-response** (SNMPv1 & v2),
 - > **trap** (SNMPv1) & **notification** (SNMPv2),
 - > **inform** (SNMPv2).

INMF: Simple Network Manag. Protocol

- **get-request()***

```
$ snmpget -v 2c router-lab public .1.3.6.1.2.1.1.5.0  
system.sysName.0 = "cisco"
```



Fonte:
SNMP Essentials
D. Mauro, K. Schmidt
O'Reilly, 2001

INMF: Simple Network Manag. Protocol

- **get-next-request()***

```
$ snmpwalk -v 2c router-lab public system
system.sysDescr.0 = "Cisco Internetwork Operating [...]"
system.sysObjectID.0 = OID: enterprises.9.1.19
system.sysUpTime.0 = Timeticks:(27210723) 3 days, 3:35:07.23
system.sysContact.0 = ""
system.sysName.0 = "cisco"
system.sysLocation.0 = "labcom-di-uminho-pt"
system.sysServices.0 = 6
```

Nota: O comando **snmpwalk** do Net-SNMP é implementado à custa de várias operações **get-next-request...**

INMF: Simple Network Manag. Protocol

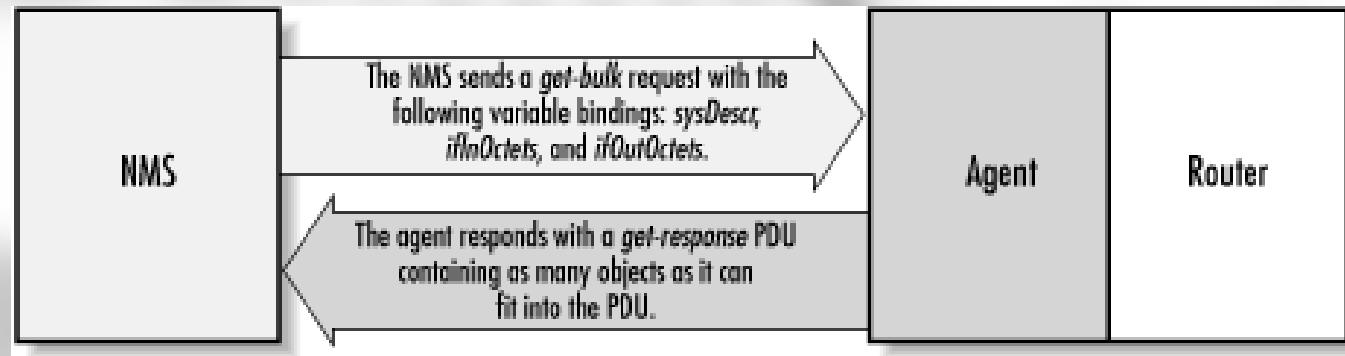
- **get-bulk-request()***

```
$ snmpbulkget -v 2c -B 1 3 router-lab public
sysUpTime ifInOctets ifOutOctets
system.sysUpTime.0 = Timeticks: (27210723) 3 days, 3:35:07.23
interfaces.ifTable.ifEntry.ifInOctets.1 = 70840
interfaces.ifTable.ifEntry.ifOutOctets.1 = 70840
interfaces.ifTable.ifEntry.ifInOctets.2 = 143548020
interfaces.ifTable.ifEntry.ifOutOctets.2 = 111725152
interfaces.ifTable.ifEntry.ifInOctets.3 = 0
interfaces.ifTable.ifEntry.ifOutOctets.3 = 0
```

Nota: A opção **-B** serve para indicar os valores de **<non-repeaters>** e **<max-repetitions>** da operação **get-bulk-request...**

INMF: Simple Network Manag. Protocol

- **get-bulk-request()***



Fonte:

SNMP Essentials

D. Mauro, K. Schmidt

O'Reilly, 2001

INMF: Simple Network Manag. Protocol

- **set-request()***

```
$ snmpget -v 2c router-ext public system.sysLocation.0  
system.sysLocation.0 = "labcom-di-uminho-pt"
```

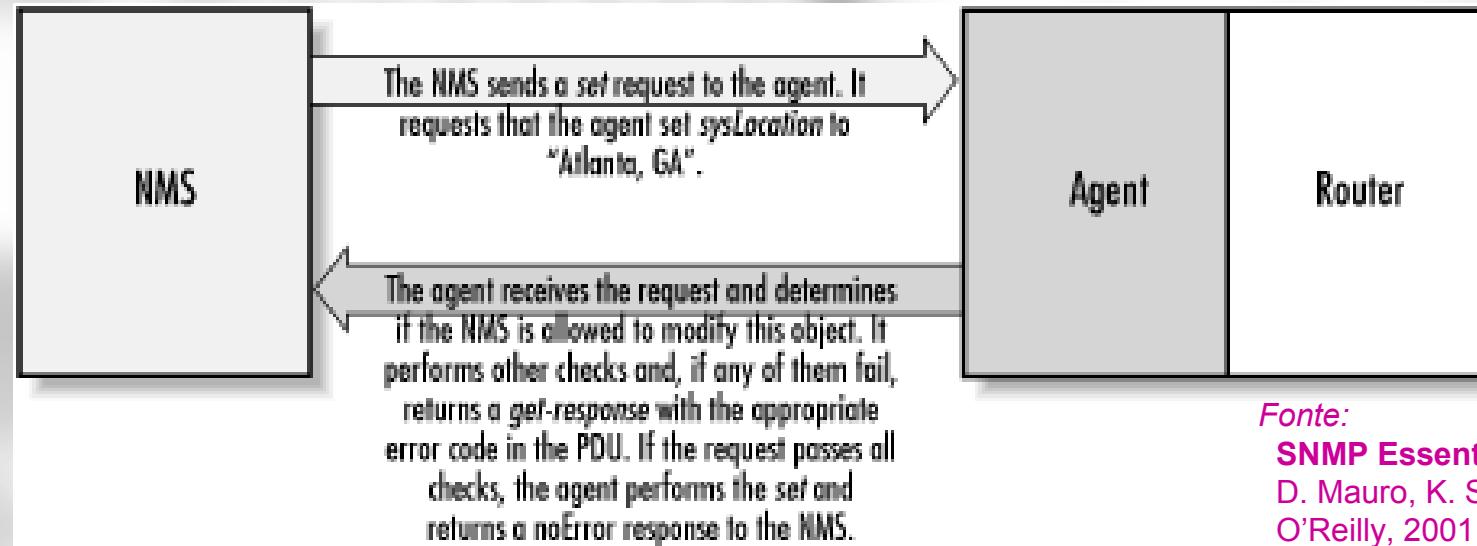
```
$ snmpset -v 2c router-ext labcom system.sysLocation.0  
s "Buraco Negro"  
system.sysLocation.0 = "Buraco Negro"
```

```
$ snmpget -v 2c router-ext public system.sysLocation.0  
system.sysLocation.0 = "Buraco Negro"
```

Nota: A opção **s** serve para indicar que o novo valor é do tipo **Octet String** (no caso uma **DisplayString**)...

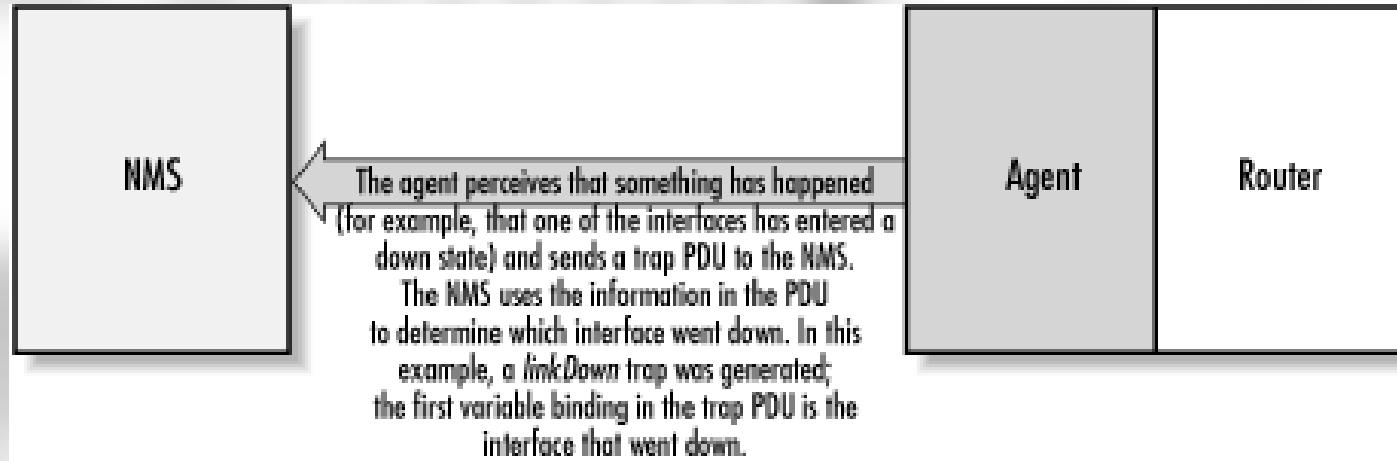
INMF: Simple Network Manag. Protocol

- **set-request()***



INMF: Simple Network Manag. Protocol

- traps/notifications()*



Fonte:
SNMP Essentials
D. Mauro, K. Schmidt
O'Reilly, 2001

INMF: Simple Network Management Protocol

- **traps/notifications()***

> Operações não solicitadas pelo gestor, informando de situações que não devem esperar para serem detectadas por **polling**.

Exemplos:

- Um dos interfaces da máquina onde está a correr o agente mudou de estado operacional.
- Uma chamada para um modem não teve sucesso.
- Um integrado de memória ficou defeituoso.
- A temperatura de funcionamento atingiu níveis anormais.

INMF: Simple Network Management Protocol

- traps/notifications()*

- <0> coldStart
- <1> warmStart
- <2> linkDown
- <3> linkUp
- <4> authorizationFailure
- <5> egpNeighborLoss
- <6> enterpriseSpecific
- <...> ...

INMF: Códigos de Erros SNMPv1

- Aplicam-se apenas às operações originadas no gestor.
- Apenas podem ser enviados pelo agente.

```
<0> noError  
<1> tooBig  
<2> noSuchName  
<3> badValue  
<4> readOnly  
<5> genErr
```

INMF: Códigos de Erros SNMPv2

- <6> noAccess
- <7> wrongType
- <8> wrongLength
- <9> wrongEncoding
- <10> wrongValue
- <11> noCreation
- <12> inconsistentValue
- <13> resourceUnavailable
- <14> commitFailed
- <15> undoFailed
- <16> authorizationError
- <17> notWritable
- <18> inconsistentName

Classificação FCAPS

Definição criada pelo *International Engineering Consortium*

- *Fault Management*
- *Configuration Management*
- *Accounting Management*
- *Performance Management*
- *Security Management*

FCAPS: Fault Management

- Diagnostic Testing
- Fault Detection/Isolation/Network Monitoring
- Fault Correction/Network Recovery
- Alarm Generation/Filtration/Handling/Correlation
- Logging & Statistics

FCAPS: Configuration Management

- Resource Management
(Initialization & Provisioning)
- Network & Services Discovering
- Configuration Policies Management & Automation
- User/Clients Management (Registration & Support)
- Logging & Statistics

FUNDAMENTOS & ARQUITECTURAS

FCAPS: Accounting Management

- Resource Management
(Costs Definition & Resource Usage)
- Users/Clients Quotas Monitoring, Reporting & Billing
- Auditing
- Logging & Statistics

FCAPS: Performance Management

- Resource Utilization & Performance Monitoring
(For network devices, systems and services)
- Users/Clients Utilization & Satisfaction
- Data Analysis & Capacity Planning
- Logging & Statistics

FCAPS: Security Management

- Threat Management
(Definition & Monitoring)
- Users/Clients Access Management & Certification
(Definition, Monitoring & Reporting)
- Security Guarantees
(Privacy, Authentication, etc)
- Auditing
- Logging, Data Analysis & Statistics