

GESTÃO DE REDES

Um Serviço de Valor Acrescentado

Fernando Edgar Borges de Melo Nogueira

Porto, Outubro de 2004

GESTÃO DE REDES

Um Serviço de Valor Acrescentado

Fernando Edgar Borges de Melo Nogueira
(Licenciado em Engenharia Electónica e Telecomunicações
pela Universidade de Aveiro)

Dissertação submetida para satisfação parcial dos
requisitos do grau de mestre em
Redes e Sistemas de Comunicação

Realizada sob a orientação do
Professor Doutor Raúl Filipe Teixeira de Oliveira,
do Departamento de Engenharia Electrotécnica e de Computadores
da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

*À minha filha e esposa,
pelo carinho, paciência e sacrifícios efectuados por mim;*

*Aos meus pais,
por tudo aquilo que por mim sempre fizeram.*

Abstract

The network management it is essential for who the network is a business support, more critical every days.

The increasing dimensions of nowadays networks, the heterogeneous environment and the permanent technological and technique evolution is a constant in this domain of systems and network communications.

Despite the incessant suppliers development in the the network management systems, each time more sophisticated and with the goal of assisting the network managers in its managing activities, many questions have kept for deciding and others have been arisen.

Aspects as mobility and flexibility, in heterogeneous environments and with permanent evolution as it is the Internet, has get an increasing interest and has been folloied by the major network management systems suppliers.

The current state of the management architecture and the respectives management systems who are based in originary paradigms of years 80 and despite its evolution it has found a constant difficulty to deal with high-level network management functions, as it is the integration, delegation, autonomy, intelligence and coordination.

Usually developed in proprietary environment and in one piece, the network management systems incorporate a set of "know-how" and capacity to process and to generate management information that allows them to almost all the inherent activities to the network management.

The difficulties appear, for example, when it is intended to integrate two systems of management in a domain and manage with information of both, or on the other hand, if it intends to manage distributed networks where which one have distinct network management systems.

The main problem in the communication between network management systems has been solved, parently, by some suppliers, including the facility of management information exportation, or in alternative, making possible the access to the base of system management information through API's.

In a height level, where the management in real time between domains was not good, the solution presented for these network management system suppliers even not being the ideal, were used in many situations. Currently the management and the communication applications in real time, are forcing the managers and suppliers to rethink the architectures of the network management systems in a way to give reply to this reality.

This master work was done starting by the study of the state of the art of the network

management, followed by the development of a management architecture and the respective network management systems.

The network management in the Internet, the standard use of Internet protocols, the independence of console of management and the autonomy of the network information system face to the management system had been the main ingredients that had been in the recital of the management architecture and the network management systems presented here.

In order to bring the network management information to the network, the directory system and the LDAP protocol play a main role in this new architecture. The XML language was the choice to make possible an open communication between the diferents network systems modules, console, management system and network information system, as between two diferent management systems.

Resumo

A gestão de redes é essencial para quem as redes são o suporte de actividades, cada vez mais críticas nos dias que correm.

As crescentes dimensões das redes actuais, o ambiente heterogéneo nelas existente e a permanente evolução técnica e tecnológica é uma constante neste domínio dos sistemas e redes de comunicações.

Apesar do desenvolvimento incessante dos constructores na criação de sistemas de gestão de redes cada vez mais sofisticados e com o objectivo primário de auxiliar os gestores de redes nas suas actividades de gestão muitas questões se têm mantido por resolver e outras se têm levantado.

Aspectos como a mobilidade e flexibilidade, em ambientes com elevada heterogeneidade e em permanente evolução como é a Internet, têm suscitado um interesse crescente e tem sido acompanhado por perto pelos principais fabricantes de sistemas de gestão de redes.

O estado actual da arquitectura de gestão e dos respectivos sistemas de gestão de redes baseia-se em paradigmas originários dos anos 80 que, apesar da sua evolução tem encontrado uma constante dificuldade em lidar com funções de gestão de redes de alto-nível, como são a integração, delegação, autonomização, inteligência e coordenação. Normalmente desenvolvidos em ambiente proprietário e monobloco, os sistemas de gestão de redes incorporam um conjunto de "know-how" e capacidade de processar e gerar informação de gestão que lhes permite no seu domínio efectuarem praticamente todas as actividades inerentes à gestão das redes. As grandes dificuldades surgem, por exemplo, quando se pretende integrar dois sistemas de gestão num domínio e efectuar a gestão com base em informação de ambos, ou por outro lado, se pretende gerir redes distribuídas e as quais contêm sistemas distintos de gestão. A dificuldade na comunicação entre sistemas gestores de redes têm sido colmatado, aparentemente, por alguns constructores, fornecendo a capacidade de exportação de informação de gestão, ou em alternativa, possibilitando mesmo o acesso à base de informação de gestão do sistema através de API's. Numa altura em que a gestão em tempo real inter-domínios não era relevante, a solução apresentada por estes constructores embora não sendo a ideal, conseguia dar resposta a muitas situações.

Actualmente a gestão e as aplicações de comunicação em tempo real, vêm forçando os gestores e constructores a repensar as arquitecturas dos sistemas de gestão de redes por forma a dar resposta a esta realidade.

Este trabalho de mestrado desenvolveu-se partindo do estudo do estado da arte no que à gestão de redes diz respeito tendo por objectivo o desenvolvimento de uma arquitectura

de gestão e dos respectivos sistemas de gestão de redes.

A gestão de redes em ambiente Internet, a utilização de protocolos standard Internet, a aposta na independência da consola de gestão e a autonomização do sistema de informação de gestão de redes face ao sistema gestor foram os principais ingredientes que estiveram na fundamentação da arquitectura de gestão e dos sistemas de gestão de redes aqui apresentada.

Com o objectivo de trazer a informação de gestão de redes para a rede, os sistemas de directórios e o protocolo LDAP desempenharam um papel importante no desenho desta nova arquitectura. A linguagem XML foi escolhida por forma a possibilitar uma comunicação aberta entre os diversos módulos do sistema de gestão de redes, consola, sistema de gestão e sistema de informação de gestão da rede, bem como entre dois sistemas diferentes de gestão de redes.

Por forma a tornar este documento não muito pesado, os conceitos e informação de âmbito mais genérico ou resultantes de outros trabalhos foram, sempre que possível, referenciados ao invés de os explanar em detalhe na presente tese.

Agradecimentos

Agradecimento ao Professor Doutor Raúl Filipe Teixeira Oliveira a confiança que depositou em mim, propondo-me este trabalho, a disponibilidade que sempre manifestou na sua orientação e os estreitos laços de amizade que se criaram.

Agradeço também aos meus amigos e colegas de doutoramento, Bruno Marques e José Oliveira, e do mestrado, pela forma como se empenharam na troca de conhecimentos e experiência dentro da equipa de investigação.

A todos os amigos e colegas que me incentivaram, a minha gratidão.

Por último, o meu agradecimento à Direcção Regional da Administração Autárquica da Comissão de Coordenação e Desenvolvimento da Região do Norte, pela disponibilização de algum do meu tempo de trabalho para a elaboração deste trabalho.

Conteúdo

Abstract	i
Resumo	iii
Agradecimentos	v
Nomenclatura	xiii
1 Introdução	1
1.1 Objectivos	3
1.2 Enquadramento	4
1.3 Metodologia	5
1.4 Estrutura da Tese	5
2 Sistemas de Gestão de Redes IP - Conceitos, Tendências e Tecnologias	7
2.1 Modelos e Architecturas de Gestão de Redes	7
2.1.1 Architectura de Gestão	8
2.1.1.1 Architectura de Gestão Centralizada	10
2.1.1.2 Architectura de Gestão Distribuída	11
2.1.1.3 Architectura de Gestão Hierárquica	12
2.1.1.4 Architectura de Gestão Cooperativa	13
2.1.1.5 Architectura de Gestão Altamente Distribuída	14
2.1.2 Modelo de Informação	15
2.1.3 O Protocolo de Gestão	16
2.1.3.1 SNMP	16
2.1.3.2 CMIP/CMOT	18
2.1.4 As Funcionalidades	19
2.2 Os Níveis de Gestão e Respectiveiros Sistemas de Gestão	21
2.3 Os Sistemas de Gestão de Redes IP	24
2.3.1 O Agente SNMP	25
2.3.2 O Gestor SNMP	25
2.3.3 A Architectura do Sistema de Gestão	26
2.3.4 Funções	27

2.3.4.1	Descoberta da Rede (Discovery)	28
2.3.4.2	Notificação	29
2.4	Paradigmas de Gestão de Redes	29
2.4.1	Gestão Baseadas na Web	29
2.4.1.1	Web Gateway	30
2.4.1.2	Servidor Web Embutido no Dispositivo	31
2.4.2	MbD - Código Móvel	31
2.4.3	MbD - Agentes Inteligentes	32
2.4.4	Gestão Baseada em Políticas	33
2.4.5	Comparação	34
2.5	Tecnologias Disponíveis	35
2.5.1	DOC - Distributed Object Computing (CORBA e DCOM)	35
2.5.2	JAVA	36
2.5.3	WBEM	37
2.6	Conclusão	38
3	Uma Nova Arquitectura de Gestão	41
3.1	O Desafio na Gestão de Redes	41
3.2	Informação de Gestão de Redes	42
3.3	Elementos da Arquitectura de Gestão de Redes	44
3.3.1	Objecto Gerido	44
3.3.2	Sistema de Gestão de Redes	45
3.3.3	Protocolos de Gestão	45
3.3.4	Linguagens	46
3.4	A Nova Arquitectura dos Sistemas de Gestão	46
3.4.1	A Macro-Arquitectura do Sistema de Gestão	47
3.4.2	A Comunicação na Nova Arquitectura do Sistema de Gestão	49
3.4.3	As Linguagens de Gestão de Redes	51
3.4.4	O Sistema de Informação de Gestão de Redes	52
3.4.4.1	Barramento de Informação de Gestão de Redes	53
3.5	O Novo Modelo do Sistema de Gestão	55
3.5.1	Directório de Informação de Gestão do Domínio Gerido	57
3.6	Conclusão	58
4	Cenários	61
4.1	A Administração de Sistemas de Gestão de Redes	61
4.2	A Gestão Intra-Domínio	64
4.3	A Gestão Inter-Domínio	66
4.4	A Gestão Partilhada Inter-Domínio	68
4.5	A Implementação do Sistema de Informação de Gestão de Rede do Domínio (NMID)	70
4.6	Conclusão	72

5	Conclusão	75
5.1	Conclusão	75
5.2	Trabalhos Futuros	76
	Bibliografia	79

Lista de Figuras

1.1	As 4 dimensões da gestão em comunicação de dados	2
2.1	Modelos na gestão de redes	7
2.2	Estrutura básica de gestão	8
2.3	Arquitectura básica de gestão de redes	9
2.4	Comunicação entre NMSs	10
2.5	Arquitectura centralizada de gestão	11
2.6	Arquitectura hierárquica de gestão	12
2.7	Arquitectura de gestão baseada em agentes móveis	13
2.8	Arquitectura de gestão altamente distribuída	14
2.9	Exemplo de uma árvore MIB	16
2.10	Evolução histórica do SNMP	17
2.11	Arquitectura do SNMP	17
2.12	Estrutura das mensagens SNMP	18
2.13	Funções de gestão de redes	20
2.14	Pirâmide dos sistemas de gestão	21
2.15	Estrutura do sistema de gestão	24
2.16	Estrutura do sistema de gestão	26
2.17	Web gateway	31
2.18	Servidor Web embutido no dispositivo	31
2.19	Tabela comparativa de paradigmas	34
3.1	Ambiente de gestão tradicional	47
3.2	Ambiente de gestão - Nova abordagem	48
3.3	Comunicação, integração e delegação em ambiente de gestão de redes	49
3.4	Comunicação entre gestores e entre estes e as consolas	49
3.5	Arquitectura do sistema de gestão de redes no ambiente de gestão	50
3.6	O barramento de informação de gestão de redes	53
3.7	Árvore de directórios do barramento de informação de gestão de rede - Net MIBus	54
3.8	A nova estrutura do sistema de gestão de redes	56
3.9	Da arquitectura tradicional à nova arquitectura	57
3.10	Ambiente de gestão de redes com a nova arquitectura	58

4.1	Ambiente de gestão tradicional com múltiplos NMSs num domínio	62
4.2	Novo ambiente de gestão tradicional com múltiplos NMSs num domínio . .	62
4.3	A mobilidade no novo ambiente de gestão	63
4.4	A gestão tradicional multi-sistema num domínio de rede	65
4.5	A gestão multi-sistema na nova arquitectura	66
4.6	A gestão inter-domínios na nova arquitectura	68
4.7	A gestão partilhada inter-domínio na nova arquitectura	70
4.8	Árvore de informação de gestão de rede	71
5.1	A visão global da nova arquitectura do sistema em ambiente de gestão de redes	77

Nomenclatura

Abreviaturas

API	<i>Application Program Interface</i>
ASN.1	<i>Abstract Syntax Notation One</i>
CIM	<i>Common Information Base</i>
CLI	<i>Client Line Interface</i>
CMIP	<i>Common Management Information Protocol</i>
CMOT	<i>CMIP over TCP</i>
COPS	<i>Common Open Policy Services</i>
CORBA	<i>Common Object Request Broker Architecture</i>
DAI	<i>Distributed Artificial Intelligence</i>
DOC	<i>Distributed Object Computing</i>
DCOM	<i>Distributed Component Object Model</i>
DNS	<i>Domain Name System</i>
EMS	<i>Element Management System</i>
FCAPS	<i>Fault, Configuration, Accounting, Performance, Security</i>
GUI	<i>Graphical User Interface</i>
HTTP	<i>HyperText Transport Protocol</i>
ICMP	<i>Internet Control Message Protocol</i>
IDL	<i>Interface Definition Language</i>
IMAP	<i>Internet Message Access Protocol</i>

IP	<i>Internet Protocol</i>
JVM	<i>Java Virtual Machine</i>
KQML	<i>KNowledge Query and Manipulation Language</i>
LAN	<i>Local Area Network</i>
LDAP	<i>Lightweight Directory Access Protocol</i>
MAS	<i>Multi Agent System</i>
MbD	<i>Management by Delegation</i>
MFA	<i>Management Function Area</i>
MIB	<i>Management Information Base</i>
MO	<i>Managed Object</i>
MOF	<i>Managed Object Format</i>
NE	<i>Network Element</i>
NFS	<i>Network File System</i>
NMID	<i>Network Management Information Directory</i>
NMIS	<i>Network Management Information System</i>
NMS	<i>Network Management System</i>
OMG	<i>Object Management Group</i>
OO	<i>Object Oriented</i>
OSI	<i>Open System Interconnection</i>
OSS	<i>Operational Support System</i>
PDU	<i>Protocol Data Unit</i>
RAP	<i>Resource Allocation Protocol</i>
RMON	<i>Remote Monitoring</i>
SAN	<i>Storage Area Network</i>
SMB	<i>Server Message Block</i>
SMI	<i>Structure of Management Information</i>
SMTP	<i>Simple Mail Transfer Protocol</i>

SNMP	<i>Simple Network Management Protocol</i>
SP	<i>Service Provider</i>
TCP/IP	<i>Transmission Control Protocol / Internet Protocol</i>
TI	<i>Tecnologias de Informação</i>
TMF	<i>TeleManagement Forum</i>
TMN	<i>Telecommunication Management Network</i>
TOM	<i>Telecommunication Operations Map</i>
URL	<i>Uniform Resource Locator</i>
URI	<i>Uniform Resource Identifier</i>
VLAN	<i>Virtual LAN</i>
VPN	<i>Virtual Private Network</i>
XML	<i>Extensible Markup Language</i>
XSL	<i>Extensible Stylesheet Language</i>
WBEM	<i>Web Based Enterprise Management</i>

Capítulo 1

Introdução

Os sistemas baseados ou controlados por computadores ou processadores têm vindo a crescer em todas as áreas de actividade humana, desde a investigação científica e tecnológica à elementar tarefa doméstica. As redes, em particular a Internet, e as comunicações móveis tem permitido ao "Homem" adquirir um certo dom de ubiquidade.

Mais e melhores serviços são obtidos com as crescentes possibilidades de interligar dispositivos e tirar partido das capacidades de processamento distribuído, o que também os torna cada vez mais dependentes das redes e seus recursos.

O crescente aumento de serviços e conseqüentemente da quantidade de operações críticas assentes nestes recursos, redes e aplicações distribuídas, bem como o aumento em número, grandeza e complexidade dos mesmos, vêm exigindo uma maior e mais exigente actividade de gestão por forma a permitir uma oferta eficaz dos serviços contratados.

A gestão de redes corresponde ao conjunto de medições necessárias executar com o objectivo de garantir uma efectiva e eficaz operação dos sistemas, tendo em conta os recursos disponíveis e objectivos da organização [1].

Segundo esta perspectiva, a gestão de redes deve contemplar, entre outras, as tarefas de controlo de recursos, a coordenação dos serviços de rede, a monitorização do estado da rede e o relato do estado da rede e de anomalias.

A gestão de redes é um domínio bem mais complexo e pode ser observado através do modelo de quatro dimensões [2]. Este modelo apresenta as quatro dimensões da gestão de redes: uma mais operacional onde as tarefas básicas de gestão se encontram enumeradas; uma outra, mais funcional descrevendo as funções de gestão; outra, referente aos domínios de intervenção da gestão e por último a dimensão que reflecte o nível de relação do sistema de gestão com todos os seus parceiros, directos e indirectos, pares ou complementares, humanos ou computacionais (Figura - 1.1).

Aos vários desafios de gestão a que as redes de computadores e de telecomunicações vêm estando sujeitas, investigadores e fabricantes tem vindo como resposta a criar, desenvolver e implementar novos paradigmas, protocolos e linguagens.

O paradigma clássico de gestão centralizada dominou ao longo de muitos anos a gestão de redes, até finais da última década. O modelo de referência OSI [3] [4] [5], a estrutura de gestão do SNMP [6] e do TMN [7] [8] são algumas das suas aplicações concretas. As



Figura 1.1: As 4 dimensões da gestão em comunicação de dados

redes actuais com as suas cada vez maiores dimensões, heterogeneidade de infra-estruturas e serviços não têm mais neste paradigma uma forma de gestão eficiente, o qual o era, quando aplicado a pequenas redes e a um conjunto limitado de serviços.

Novos paradigmas de gestão tem sido então desenvolvidos, uns mais, outros menos, mas todos assentes na gestão descentralizada [9].

Evoluindo a partir de um paradigma centralizado para o hierárquico e fracamente distribuído, a estrutura de gestão do SNMP é utilizada em grande parte das soluções de gestão de redes de comunicação IP. Apesar de pobre em funcionalidade e de não suportar a aplicação de paradigmas fortemente distribuídos, o SNMP não dispõe ainda de rival.

O SNMP funciona ao nível da gestão de elementos e continua a ser o protocolo utilizado e implementado pela maioria dos fabricantes. É o principal protocolo de gestão utilizado em equipamentos e sistemas para a Internet.

Para a mudança muito tem contribuído os progressos da engenharia de software, a arquitectura distribuída de objectos denominada CORBA [10] desenvolvida pelo OMG, a utilização de agentes inteligentes [11] DAI aplicado a sistemas distribuídos, bem como as novas linguagens, JAVA [12], amplamente utilizada pela comunidade Web, o KQML [13] utilizada em sistemas multiagentes (MASs) e o XML [14], entre outras.

Com o mercado inundado por uma grande quantidade e diversidade de tecnologias, contendo mais ou menos capacidades de gestão distribuída entre outras vantagens, não é claro onde, como, ou quando é melhor aplicá-las.

Assim, o que se reserva à gestão de redes?

O mercado actual das tecnologias de gestão de redes é caracterizado por uma grande diversidade de aplicações, por outras tantas abordagens da gestão, pela tendência para a gestão descentralizada e pela implementação de soluções fechadas com o sistema de informação de gestão embebido.

As pesquisas e os novos desenvolvimentos vêm sendo feitas em todas as direcções, aumentando cada vez mais a dispersão dos princípios, métodos e tecnologias de gestão, e desta forma, aumentando o já enorme fosso relativo a potenciais normalizações na gestão das redes de comunicações.

Se por um lado, esta riqueza em diversidade e possibilidade de o utilizador poder encontrar um produto mais próximo dos seus requisitos é uma característica interessante, por outro lado, o aumento da complexidade, a dificuldade de reutilização e de integração num simples ambiente de gestão cooperativo é assustador.

Com o objectivo de criar sistemas de apoio à gestão de redes, os fabricantes de sistemas de gestão de redes (NMS), desenvolveram completos e complexos sistemas de informação tendo em conta os ambientes de rede a gerir. Pensados para uso exclusivo dos sistemas de gestão em causa, os fabricantes embeberam estes seus sistemas de informação proprietários nas próprias aplicações, como se a informação de gestão gerada não fosse importante a não ser para o próprio sistema de gestão em si.

Assim, actividades tão elementares, como é o caso da simples descoberta de dispositivos na rede, em ambientes povoados por mais do que um NMS vê replicado pelos vários NMS as tarefas de "discovery", bem como a informação gerada.

Tarefas repetidas, com objectivos equivalentes, desempenhadas por diversos NMS são assim prática corrente em domínios de gestão alargados. Funções de alto nível do ambiente de gestão de redes (Figura - 1.1) tais como a integração que ainda são efectuadas de forma proprietária e não normalizada.

Por outro lado, os NMS tem dificuldades em comunicarem entre si, devido à inexistência de uma linguagem normalizada, salvo quando pertencente ao mesmo fabricante e ao mesmo segmento.

A cada vez maior dependência de múltiplos domínios de gestão e de múltiplos fornecedores de serviços de rede tem vindo a obrigar os construtores das aplicações de gestão a repensar as suas estratégias por forma a dar resposta aos seus clientes. Escalabilidade a longo prazo, flexibilidade, capacidade de acomodar novos dispositivos, robustez e integração dos domínios de gestão são objectivos máximos das redes a que os construtores das aplicações de gestão se encontram pressionados a responder.

A efectiva inclusão nos NMS da estrutura de suporte às funções de alto nível e a abertura do sistema de informação de gestão à rede são dois passos indispensáveis e fundamentais para o futuro dos NMS.

1.1 Objectivos

Reconhecendo a importância fundamental que as funções de alto nível (Figura - 1.1) assumem na realidade actual da gestão de redes de grandes dimensões e de suporte a actividades

críticas de grande número de empresas e organizações, o presente trabalho tem como objectivo propor um modelo de arquitectura para os sistemas de suporte à gestão de redes que as contemple. Pretende-se assim apresentar um modelo capaz de dar resposta a necessidades da gestão concretas como é o caso da gestão com recurso a múltiplos NMS, a gestão de múltiplos domínios de gestão, a gestão através de múltiplos domínios de gestão e de como gerar valor acrescentado.

É igualmente objectivo deste trabalho demonstrar através de cenários reais de comunicação como protocolos já existentes podem ser usados ou reutilizados para transporte, partilha, acesso e fornecimento de informação às aplicações de gestão de redes.

1.2 Enquadramento

Ao longo do tempo foram desenvolvidos vários trabalhos que têm contribuído decisivamente para o estado da arte da gestão de redes. O desenvolvimento de novos modelos de gestão, protocolos e linguagens em todas as direcções são uma constante da investigação nesta área.

Mesmo não sendo os melhores, existem modelos, protocolos e linguagens que vingam no mercado, quer pela sua adaptabilidade à realidade do momento, por domínio, ou simplesmente por uma aceitação incondicional do mercado. Estes são normalmente denominados modelos e protocolos "de facto", ou seja, modelos e protocolos que se implantam no mercado pelas suas respostas efectivas, em tempo oportuno e que permitem evoluir a velocidades nunca antes imagináveis. São exemplos de sucesso o modelo TCP/IP e o protocolo SNMP entre outros.

É nesta visão de oportunidade que se pretende estender o conceito de gestão de redes para além do SNMP, tendo por base o modelo de referência TCP/IP e a utilização de protocolos, tais como o HTTP, SMTP, IMAP, NFS, LDAP, entre outros, e, como mecanismos de comunicação entre aplicações de gestão (agentes autónomos, gestores intermédios, centrais, etc).

A comunicação entre sistemas de gestão, a separação da consola de gestão relativamente ao sistema de gestão e a acessibilidade à informação de gestão de redes são os aspectos mais relevantes deste trabalho.

Pretende-se assim, apresentar o estado da arte relativamente aos actuais sistemas de gestão de redes, com principal ênfase nos aspectos a desenvolver neste trabalho, como sejam, a comunicação sistema gestor consola de gestão e a comunicação entre sistemas gestores. O desenho da arquitectura do sistema de gestão e do ambiente alargado de gestão multidomínio é o aspecto central deste trabalho que culminará com apresentação de cenários da sua utilização.

1.3 Metodologia

O estudo do estado da arte na gestão das redes, dos trabalhos que têm vindo a ser desenvolvidos, dos problemas que se deparam à gestão actual e algumas previsões, são a base deste trabalho. Para este desígnio contribuiu a HP através da disponibilização de algumas ferramentas de gestão, nomeadamente o "Openview Network Node Manager - NNM" e o "Openview Network Service Desk - NSD" que permitiu desta forma contactar por dentro com a estrutura da sua plataforma de gestão de redes.

A participação no HPOVUA 2004 (HP Openview University Association) permitiu ter acesso ao que de mais recente está a ser feito neste domínio da gestão de redes e das principais preocupações que ocupam grandes centros de investigação e fabricantes. Esta participação, permitiu por sua vez validar a potencial aceitação e aperfeiçoar o modelo aqui proposto, bem como encontrar novos cenários de aplicação.

E fundamentalmente a internet como ferramenta de trabalho, que possibilitou o acesso a todo um manancial de informação técnico-comercial nesta área.

1.4 Estrutura da Tese

A presente dissertação encontra-se estruturada em capítulos.

Este é o primeiro e tem como objectivo apresentar o trabalho efectuado.

O capítulo 2 descreve o estado da arte no que a modelos, arquitecturas e plataformas de gestão de redes diz respeito. O capítulo 3 apresenta os pressupostos, modelo e arquitectura do sistema de gestão resultantes do trabalho de investigação. O capítulo 4 apresenta cenários de gestão que servem de validação do sistema proposto. O capítulo 5 conclusão do trabalho e apresentação de algumas pistas para trabalhos futuros.

Capítulo 2

Sistemas de Gestão de Redes IP - Conceitos, Tendências e Tecnologias

Este capítulo pretende dar uma perspectiva dos conceitos e do estado da arte na área desta tese. Desde que as redes de comunicações de dados existem, vários modelos de gestão foram desenvolvidos e outras tantas tecnologias lhes deram suporte. Apesar do pouco tempo de vida desta área de actividade, a evolução tem sido permanente e acelerada. É assim com o objectivo de enquadrar o trabalho realizado no desenvolvimento de uma arquitectura de gestão de redes baseado nos novos paradigmas que aqui são apresentados os conceitos que norteiam a gestão de redes, seus paradigmas, tecnologias disponíveis e suas aplicações.

2.1 Modelos e Architecturas de Gestão de Redes

Os sistemas de gestão de redes (NMSs) são ferramentas que auxiliam o gestor nas tarefas de gestão de acordo com as suas estratégias e planos. Assim, por forma a que gestores e sistemas de gestão de rede desempenhem as suas funções da mesma maneira e para o mesmo fim, vários modelos de gestão de redes têm vindo a ser criados ao longo dos tempos. O desenvolvimento dos sistemas de gestão de redes tem sido efectuado em torno da definição de quatro áreas fundamentais: A arquitectura de gestão; Modelos de informação; Protocolos de comunicação de gestão e as funcionalidades (Figura - 2.1).

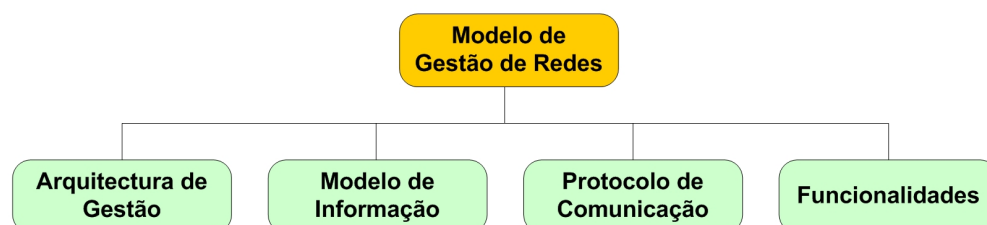


Figura 2.1: Modelos na gestão de redes

A **arquitetura de gestão** descreve a estrutura geral das entidades envolvidas na gestão, as suas interfaces e métodos de comunicação. Um exemplo deste modelo é a arquitectura TMN [7], que prevê uma gestão conceptual, interligada com a rede de telecomunicações em diversos pontos para enviar e receber dela informação, bem como controlar a sua operação.

O **modelo de informação** trata da representação lógica dos recursos geridos. Um exemplo deste modelo é a base de dados de informação de gestão (Management Information Base, ou MIB) [15] [16] [17] dos protocolos de gestão da Internet e OSI, que contém a informação referente aos objectos geridos. Outro exemplo, mais ao nível de meta dados, é a estrutura de informação de gestão (Structure of Management Information, ou SMI) [18] [19] [20], que especifica as regras de definição e construção da MIB, incluindo tipos de dados, representação dos dados e nomes.

Os **protocolos de comunicação de gestão** descrevem o método de comunicação entre sistema gestor e objecto geridos. Como exemplo, o SNMP, que é o protocolo de comunicação de gestão mais utilizado no modelo Internet.

As **funcionalidades** descrevem as funções a serem desempenhadas pelo sistema, nas quais se incluem as funções OAM&P (Operations, Administration, Maintenance e Provisioning).

2.1.1 Arquitectura de Gestão

Na gestão de redes são vários os recursos envolvidos. Tradicionalmente, entre outros, existem dois elementos fundamentais: O sistema gestor e o objecto gerido (Figura - 2.2).

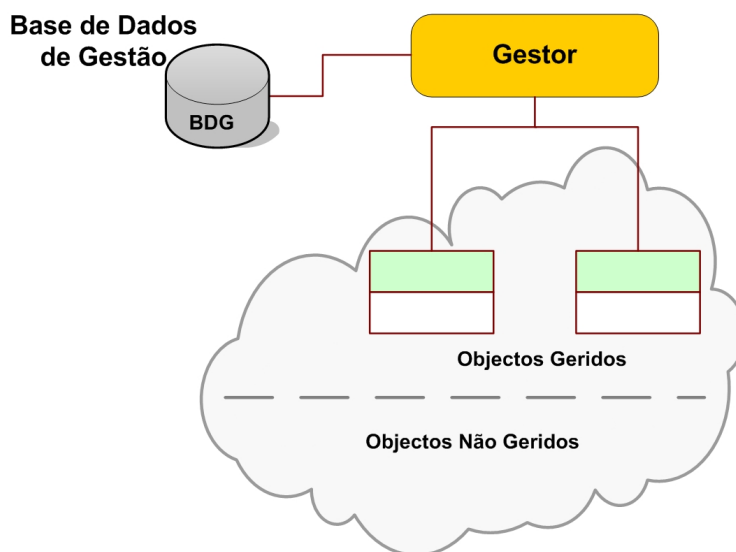


Figura 2.2: Estrutura básica de gestão

O **sistema gestor** corresponde ao conjunto de software e hardware que tem como função a captação e processamento de informação de gestão.

O **objecto gerido** é a abstracção do recurso a ser gerido, seja ele de comunicação ou processamento de dados, físicos ou lógicos. Por ser difícil tratar os dispositivos geridos directamente em termos de gestão e de informação, este é normalmente representado através de uma MIB (Base de Informação de Gestão) a qual é manipulada por um agente, quer na actualização da informação de gestão, como na resposta a pedidos do sistema gestor.

Para que o sistema gestor e os objectos geridos possam comunicar e assim interagirem é necessário utilizar o **protocolo de gestão**, o qual define o conjunto de acções de comunicação entre sistema gestor e objecto gerido, bem como o significado de cada acção e informação transaccionada. Estas acções de comunicação são tipicamente de monitoragem e controlo.

A arquitectura de gestão deve reflectir, entre outras coisas, a forma como sistemas gestores e objectos geridos se interligam, comunicam e interagem, para fins de gestão.

Antes de se passar à explanação das diversas arquitecturas de gestão criadas até ao momento, é importante entender o que está efectivamente envolvido no seu desenho e os aspectos que devem ser salientados por forma a obterem-se modelos práticos e que reflectam a realidade.

Para se efectuar a gestão de redes é assim necessário dispor de um sistema de gestão da rede (NMS). Este sistema é responsável pela gestão de um conjunto de dispositivos ou outros recursos na rede, tais como serviços, canais, etc. Se estes dispositivos ou recursos puderem ser representados através de uma MIB e serem acessíveis através de um protocolo de gestão, então passam a ter a possibilidade de serem geridos. A forma de os tornar geridos é através da introdução de um agente e uma MIB no dispositivo (Figura - 2.3).

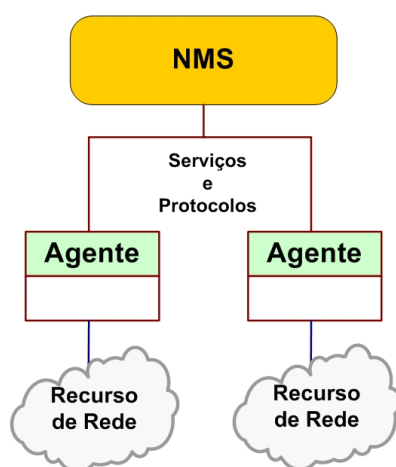


Figura 2.3: Arquitectura básica de gestão de redes

A comunicação entre o Agente e o NMS é assim garantida através da implementação de um protocolo de gestão e pela definição dos serviços a fornecer.

Um outro aspecto, pertinente no actual panorama da gestão de redes, é o que se refere à interligação, interacção e comunicação entre sistemas de gestão de redes (NMSs). Tem-se assistido presentemente a grandes investimentos neste domínio, o qual outrora era pouco relevante. Assim, a forma como sistemas de gestão se comunicam e interagem começa a ser da mais alta importância (Figura - 2.4).

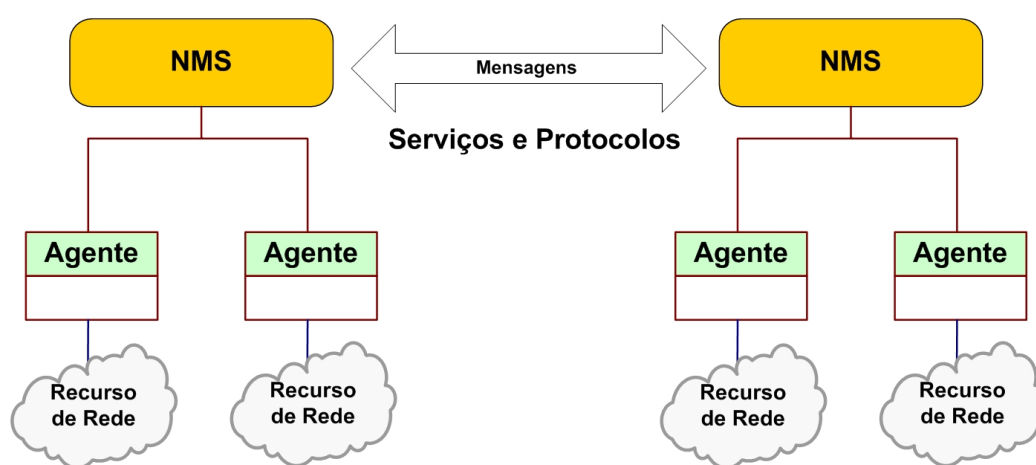


Figura 2.4: Comunicação entre NMSs

São vários os modelos de arquitectura de gestão que têm sido objecto de estudo por forma a, através das tecnologias disponíveis, fazer face à tão importante actividade que é a gestão de redes.

2.1.1.1 Arquitectura de Gestão Centralizada

O modelo de arquitectura de gestão centralizada é uma consequência natural da utilização da topologia funcional tipo gestor-agente.

Esta, é uma arquitectura comum a vários modelos de gestão, onde se destacam o OSI [17], TMN [7], a gestão Internet na sua versão 1 (SNMPv1) [21], versão 2 (SNMPv2) [22] e versão 3 (SNMPv3) [23].

Esta arquitectura caracteriza-se pela presença de uma única estação gestora, com toda a incumbência de gestão, e uma colecção de objectos geridos. O objecto gerido interage com a estação de gestão através de um agente e é representado pela sua própria MIB. Estes agentes, associados a cada objecto gerido têm como função permitir gerir os dispositivos afectos e/ou serviços com eles relacionados. Os agentes, afectos localmente a cada equipamento a gerir, não possuem qualquer tipo de "inteligência", limitam-se a permitir a recolha remota dos dados de gestão e a executar as acções propostas pela estação de

gestão. Assim, a estação de gestão é única e concentra em si todas as funcionalidades e capacidade de processamento de informação de gestão. (Figura - 2.5).

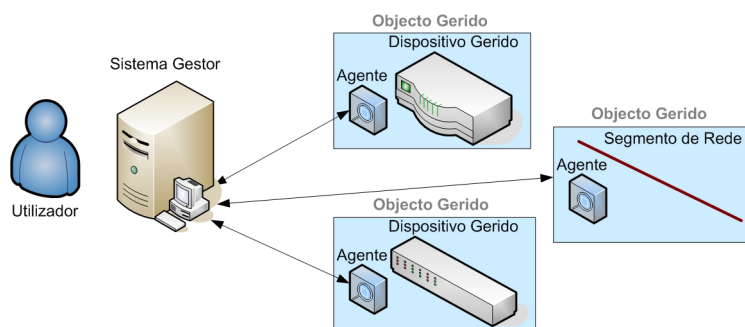


Figura 2.5: Arquitectura centralizada de gestão

Esta arquitectura tem a grande vantagem de ser simples de desenhar e implementar. Os dispositivos são representados através de uma MIB, a qual é uma abstracção do objecto gerido e o processamento de gestão é centralizado.

Em contrapartida, a sua grande desvantagem está na reduzida flexibilidade e limitadas possibilidades de reconfiguração [24].

A não escalabilidade, bem como, a geração de enorme quantidade de tráfego de gestão e o ser causadora de congestionamento no segmento de rede onde se encontra localizada a estação de gestão são algumas das desvantagens que esta arquitectura apresenta.

2.1.1.2 Arquitectura de Gestão Distribuída

Face ao aumento das dimensões das redes, que podem facilmente compreender milhares de dispositivos, a gestão e processamento centralizado não são os mais adequados. A gestão distribuída é mais atractiva face à cada vez maior necessidade de escalabilidade.

Esta arquitectura é assim caracterizada pela distribuição de parte das tarefas de gestão pelos diversos agentes, atribuindo-lhes desta forma um certo grau de "inteligência". O grau e tipo de descentralização introduzido é consequência das funcionalidades que o construtor pretende incorporar nos seus sistemas. O aumento da capacidade de processamento nos dispositivos de rede vêm tornando a gestão distribuída realizável e desejada.

A arquitectura distribuída beneficia os sistemas que necessitam manipular grande quantidade de informação e têm como resultado um conjunto bem mais reduzido de dados.

Esta ainda tem as vantagens de melhorar a escalabilidade, a tolerância a falhas, bem como a vantagem de permitir realizar processamento de dados localmente gerando, desta forma, mais valor acrescentado.

A gestão remota de dispositivos é igualmente possível nas arquitecturas distribuídas, mesmo que a ligação aos agentes seja efectuada a baixo débito.

Esta arquitectura encontra grande utilidade em sistemas que necessitem de elevada interacção, ou ainda, com necessidades de transferência de estruturas de dados complexas.

A forma mais simples de descentralização é a monitorização remota, que é proporcionada por exemplo pelas sondas RMON (Remote Network Monitoring) [25].

A gestão distribuída centra-se na distribuição e delegação de tarefas a outras entidades. A gestão por delegação (Management by Delegation, ou MbD) [26] é um outro exemplo de gestão distribuída, tem como objectivo o envio de programas de gestão para agentes onde estes os executam. A script MIB [27] é também uma outra forma de gestão por delegação.

Para suportar a gestão distribuída, as arquitecturas distribuídas onde as aplicações de gestão se sustentam, podem ser divididas em arquitecturas hierárquicas, cooperantes, fracamente e fortemente distribuídas.

Nas arquitecturas fracamente distribuídas o processamento está concentrado num conjunto restrito de estações de gestão. A gestão com o recurso a sondas RMON é um exemplo de arquitectura fracamente distribuída.

Por outro lado, nas arquitecturas fortemente distribuídas, o processamento está repartido por cada agente. Como exemplo está o recurso a agentes móveis, bem como a aplicação do conceito de redes activas [28].

2.1.1.3 Arquitectura de Gestão Hierárquica

Neste tipo de arquitectura a delegação de tarefas é vertical e executada a partir do nível superior para o inferior.

Esta, é caracterizada por uma estrutura de gestores em árvore (Figura - 2.6) onde os agentes se encontram no nível mais baixo.

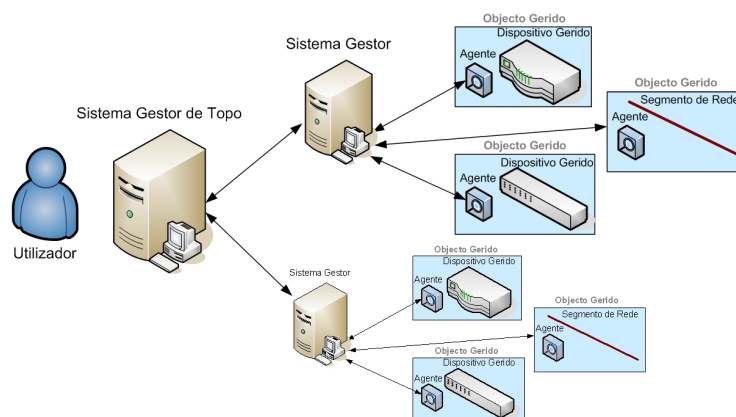


Figura 2.6: Arquitectura hierárquica de gestão

No topo, a aplicação de gestão delega tarefas nos níveis inferiores, que podem ser agentes ou gestores de nível intermédio. Os gestores de nível intermédio recebem as aplicações delegadas e tem a responsabilidade de as executar sobre os níveis inferiores, sob controlo superior. Os agentes que, por sua vez, se encontram no nível mais baixo apenas contêm os objectos geridos sobre os quais são executadas as tarefas de gestão.

2.1.1.4 Arquitectura de Gestão Cooperativa

O trabalho por objectivos de gestão é a característica principal deste tipo de arquitectura. Aqui, os agentes possuem autonomia para cooperar, uns com os outros, com a finalidade de atingir os objectivos definidos.

Um exemplo de uma arquitectura cooperante é ilustrado na Figura - 2.7, onde a estação de gestão injecta um programa na rede que percorre os vários nós, e desta forma vai recolhendo e processando a informação. Este programa pode assim voltar à estação de gestão com o resultado pretendido [24].

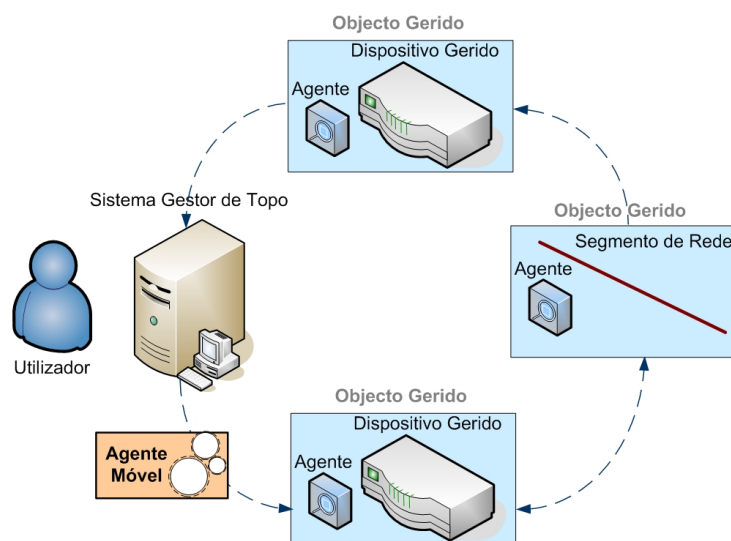


Figura 2.7: Arquitectura de gestão baseada em agentes móveis

Ao programa injectado dá-se-lhe o nome de agente móvel. Neste caso, agente não tem o significado habitual da gestão de rede, é um termo retirado do domínio da inteligência artificial.

Neste tipo de arquitectura a cooperação pode, ou não, limitar-se a um itinerário de uma dada entidade activa. Aqui, é ainda possível incorporar e combinar processamento local nos vários nós com comunicação entre eles.

Embora mais complexa, esta arquitectura é, em contrapartida, mais flexível. Por forma a incorporar esta funcionalidade nos dispositivos, é necessário que estes possuam mais alguma capacidade de processamento, capacidade esta muitas vezes bastante exigente em termos de recursos.

2.1.1.5 Arquitectura de Gestão Altamente Distribuída

Este tipo de arquitectura tem como base a arquitectura hierárquica, quer na delegação de tarefas em termos verticais como funcionais. Por outro lado, entre pares de gestores é assumida uma arquitectura cooperativa, permitindo a partilha e cooperação ao nível da gestão, quer em termos complementares como de especialização (Figura - 2.8).

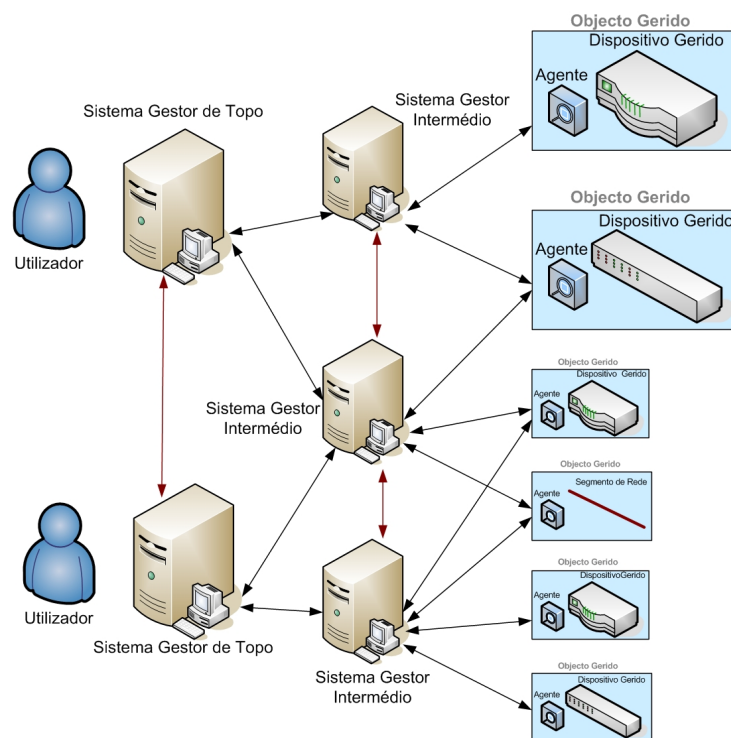


Figura 2.8: Arquitectura de gestão altamente distribuída

Esta arquitectura permite fornecer uma resposta em alta disponibilidade no que a gestão de redes se refere.

Devido à sua estrutura, esta é a abordagem de gestão de redes mais escalável, e como tal, também permite uma maior desagregação de funções, o que possibilita uma diminuição da tendência de sobrecarga dos sistemas. Por outro lado, a possibilidade de distribuição de funções por diversas estações de gestão pode ter como consequência o aumento de tráfego de gestão junto dos dispositivos geridos, pois estes podem ter que dar resposta a múltiplas

estações de gestão em simultâneo. Uma outra desvantagem desta arquitectura tem a ver com o facto de muitas vezes os agentes afectos aos dispositivos geridos necessitarem de fornecer a mesma informação a mais do que uma estação de gestão, multiplicando assim a quantidade de tarefas de gestão a efectuar, o que se reflecte em termos de tempo de processamento de gestão e tráfego na rede.

2.1.2 Modelo de Informação

O modelo de informação trata da representação lógica dos recursos geridos. O modelo deve assim descrever a forma de acesso, o significado e o modo de definir nova informação de gestão. A base de dados de informação de gestão (Management Information Base, ou MIB) representa o repositório com a informação de gestão existente no objecto gerido.

A Base de Informação de Gestão (MIB) é pois uma colecção de informação de gestão organizada hierarquicamente, acessível através do protocolo de gestão de redes, como por exemplo o SNMP. Assim, a informação de gestão é armazenada na Base de Informação de Gestão (MIB) na forma de objecto gerido (MO). O objecto gerido (MO) não é um objecto no sentido de "object-oriented", mas sim no sentido de representar um objecto variável. As instâncias dos objectos geridos (MOs) podem ser acedidas, através dos protocolos de gestão.

A MIB é, por este motivo, um dos componentes fundamental do sistema de gestão de redes (NMS), nomeadamente no que se refere ao conhecimento dos objectos geridos. Esta, contém a descrição dos dados de gestão, define a sintaxe e a semântica dos objectos geridos.

Os objectos, ou variáveis, das MIBs são formalmente definidas através da notação ASN.1 [29] e são identificados univocamente através de uma sequência de inteiros (Figura - 2.9), os quais definem o seu OID.

A linguagem ASN.1 é igualmente utilizada para a definição dos PDUs (Protocol Data Unit), utilizados pelo SNMP na comunicação entre a estação de gestão e o agente.

A primeira versão da MIB (MIB-I), surgiu como uma base genérica para qualquer agente, mas tinha um problema, estava limitada à definição de 100 objectos. Assim, a MIB-II foi desenvolvida para fazer face a esta limitação e ao crescente desenvolvimento tecnológico. Agrupadas pelas suas características em diversos grupos, estas variáveis cobrem um vasto conjunto de informação de gestão essenciais para a gestão da rede [15].

A "remote monitoring MIB" (RMON) [30] [31] surge na sequência da necessidade de delegação de competências de monitorização por parte do sistema gestor com o objectivo de poder dar resposta a algumas exigências de escalabilidade e de descentralização. Desta forma, entre outras coisas, foi tornado possível a monitorização de troços de rede, onde as sondas RMON são implementadas.

É com base na MIB e utilizando o protocolo SNMP que gestores e agentes trocam assim instâncias de objectos geridos.

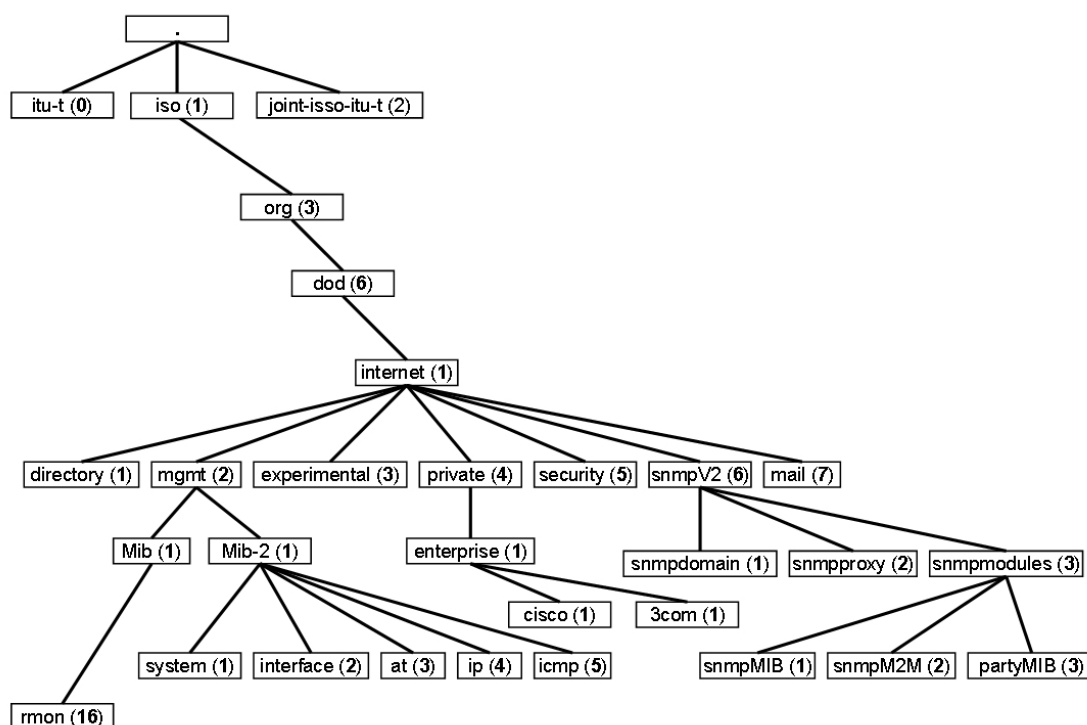


Figura 2.9: Exemplo de uma árvore MIB

2.1.3 O Protocolo de Gestão

Com base nos dois principais modelos conceptuais OSI e Internet, são vários os protocolos que se foram desenvolvendo. Assim, no que aos protocolos de gestão se refere, dois têm sobrevivido ao longo dos tempos, são eles o SNMP em redes IP, com base no modelo Internet, e o CMIP nas redes de telecomunicações, baseado no modelo OSI.

2.1.3.1 SNMP

Desenvolvido para redes IP nos finais dos anos 1980, encontra-se já na sua terceira versão. Tem como função efectuar, através da rede IP, toda a comunicação de informação de gestão necessária, entre os agentes e gestores e, em alguns casos, entre gestores.

Este protocolo foi desenvolvido tendo em conta facilitar a troca de informação de gestão entre dispositivos de rede. Este, permite aos gestores de rede gerir a performance, encontrar e resolver problemas na rede, bem como planear o crescimento da mesma. A utilização mais comum do SNMP encontra-se na gestão remota de dispositivos de rede. Como atrás já foi referido, o SNMP tornou-se popular pela sua flexibilidade e pela menor exigência de recursos de processamento. O SNMP permite aos construtores adicionar novas funções de gestão de rede aos seus produtos.

A grande alteração entre a primeira e a segunda versão reside no aumento de funções do protocolo, tornando-se assim mais eficiente na troca de grandes quantidades de informação entre o gestor e o agente, e na comunicação entre gestores.

A terceira versão, além de modificar parte da estrutura de comunicação, tem na introdução de requisitos de segurança a sua grande alteração (Figura - 2.10).

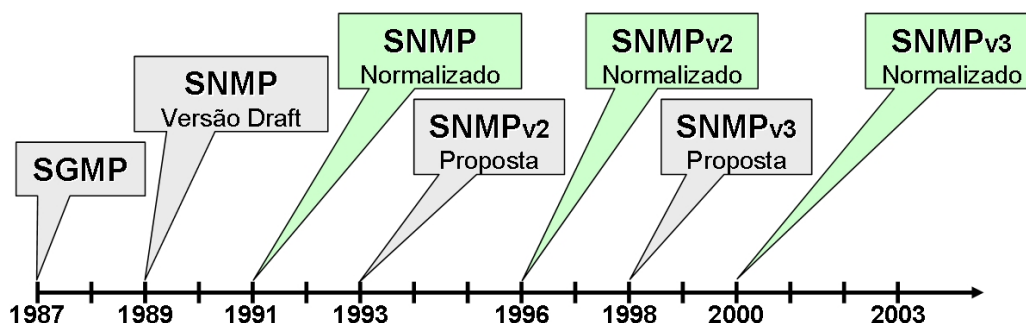


Figura 2.10: Evolução histórica do SNMP

O SNMP, desenhado sobre a pilha protocolar TCP/IP e não orientado à conexão, foi desenvolvido numa filosofia de gestor/agente. Aqui, a estação de gestão recolhe a informação proveniente dos vários agentes, os quais podem ser implementados nos mais variados dispositivos.

A forma como a informação de gestão é partilhada entre o agente e a estação gestora encontra-se representada na Figura - 2.11.

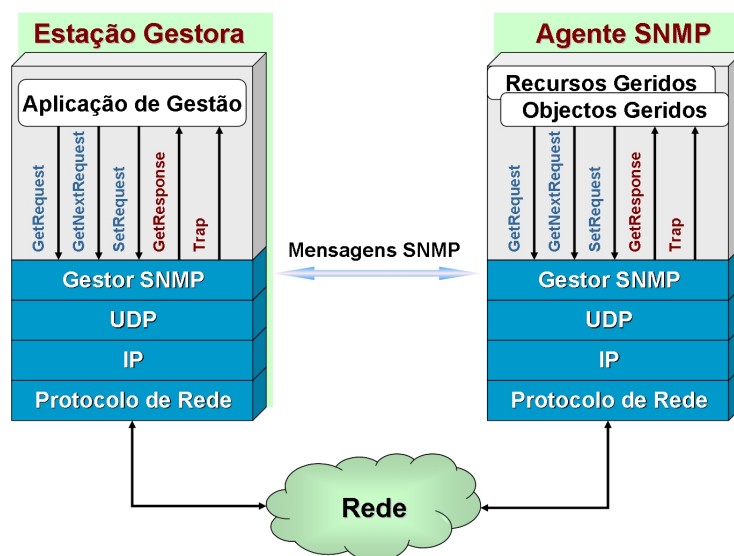


Figura 2.11: Arquitectura do SNMP

A aplicação de gestão e os agentes efectuem as suas transacções com base nos seguintes comandos:

- GetRequest
- GetNextRequest
- SetRequest
- GetResponse
- Trap

Comandos que, não sofrendo alteração na forma de utilizar, foram melhorados ao longo das versões, tendo sido igualmente adicionado novos comandos ao protocolo com o objectivo de responder às novas exigências, por exemplo: GetBulk e Inform.

Com a última versão, o SNMP vê assim corrigida a sua falha de segurança, alvo de grande crítica pelo mercado. Utilizando o mesmo formato da mensagem o SNMP permite a coexistência das diversas versões, e desta forma garantir a continuidade e o sucesso do protocolo (Figura - 2.12).

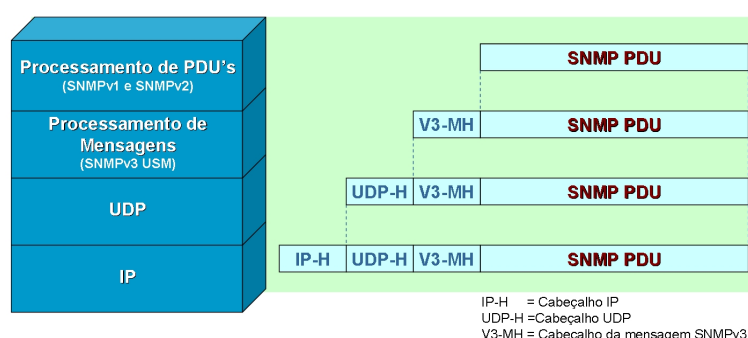


Figura 2.12: Estrutura das mensagens SNMP

2.1.3.2 CMIP/CMOT

O CMIP é um protocolo desenvolvido sobre a pilha protocolar OSI, e define como a informação de gestão de redes é transmitida entre as aplicações de gestão e os agentes. Este protocolo faz uso do mecanismo de transporte orientado à ligação e possui funcionalidades de segurança, através de controlo de acesso, autorização e logs. A troca de informação de gestão entre o gestor da rede e os agentes é realizada utilizando o conceito de "objectos geridos". O objecto gerido é uma abstracção do dispositivo gerido o qual pode ser monitorizado, modificado, controlado e até ser utilizado para a execução de tarefas de gestão. A aplicação de gestão de redes pode iniciar assim uma transacção com o agente através dos seguintes comandos:

- ACTION
- CANCEL_GET
- CREATE
- DELETE
- GET
- SET

Por seu lado, o agente pode iniciar uma transacção com a aplicação gestora utilizando o comando `EVENT_REPORT`. Este comando pode ser utilizado para enviar notificações ou alarmes baseado em condições pré-definidas pela aplicação de gestão através do comando `ACTION`.

O CMIP não especifica funcionalidades do sistema de gestão de redes, só define o mecanismo de troca de informação de gestão dos objectos geridos e como a informação deve ser utilizada e interpretada.

As vantagens do CMIP sobre o SNMP são:

- As variáveis CMIP não só transportam informação, mas também podem ser utilizadas para efectuar tarefas;
- O CMIP é um protocolo seguro;
- O CMIP possui grandes capacidades, permite efectuar mais acções que o SNMP num simples pedido;
- O CMIP possui melhores relatórios no que diz respeito a condições anormais da rede.

A especificação do CMIP para redes IP é denominada CMOT (CMIP over TCP).

O CMIP tem a desvantagem de requerer grande quantidade de recursos do sistema para gestão. Num ambiente onde os recursos disponíveis para a gestão são escassos faz com que a sua utilização seja condicionada. Por outro lado a sua complexidade torna difícil a programação, exigindo assim recursos humanos especializados e bem treinados para a sua implementação, manutenção e operação. Estes requisitos, por parte do CMIP, tornam-no pouco prático para o ambiente de redes IP, ambiente este caracterizado por uma grande heterogeneidade de dispositivos e de expansão, quer tecnológica como de serviços.

2.1.4 As Funcionalidades

Por forma a poder oferecer aos utilizadores acesso aos serviços de rede com a qualidade de serviço esperada os sistemas de gestão de redes tem por objectivo auxiliar o gestor nas suas actividades de gestão, que normalmente envolve monitorização, análise, controlo e planeamento de actividades e recursos na rede. Assim, alguns autores definem a gestão de

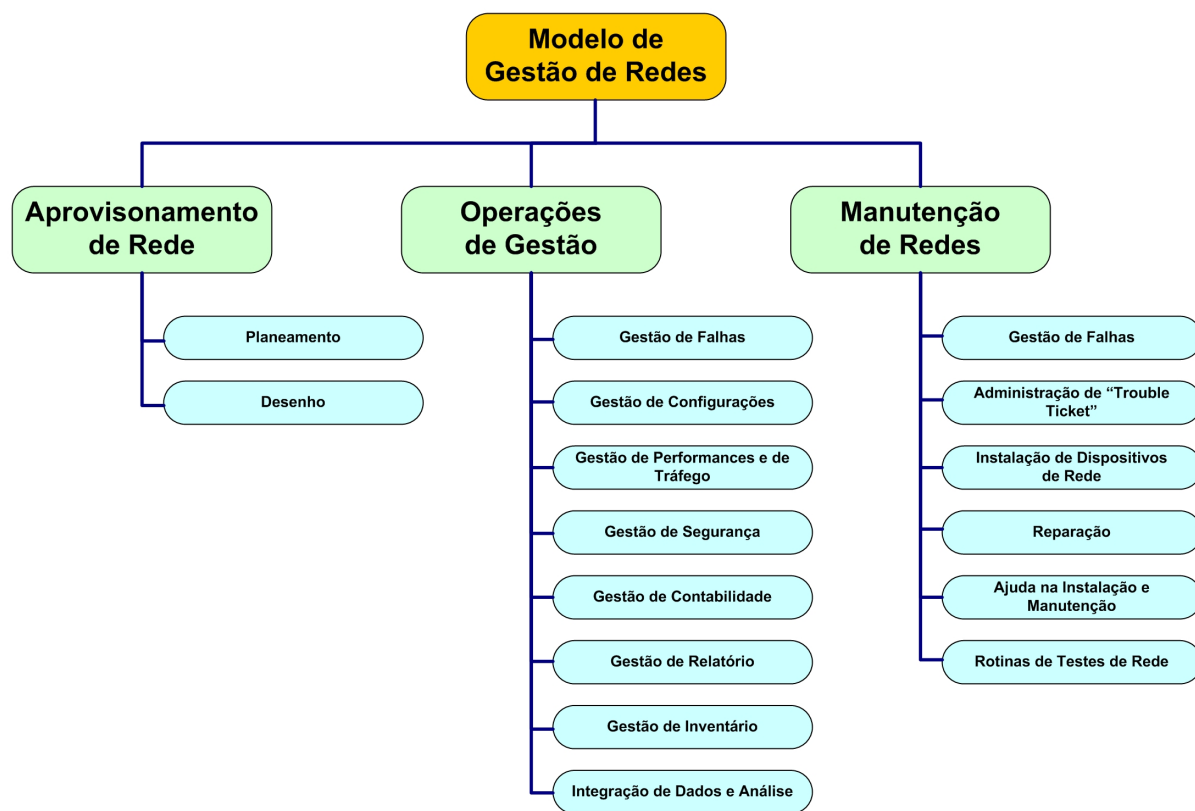


Figura 2.13: Funções de gestão de redes

redes como **OAM&P** (Operations; Administration; Maintenance e Provisioning) (Figura - 2.13), especialmente os relacionados com as telecomunicações.

As funcionalidades de aprovisionamento da rede têm como objectivo o planeamento da rede, bem como o seu desenho. Consiste frequentemente na avaliação das novas tecnologias e de quando devem ser utilizadas. A análise de tráfego, determina o que deve ser feito, quando e como, por forma a manter ou melhorar a performance da rede.

As operações de gestão englobam o conjunto de rotinas, funções de gestão e operação correntes. É aqui que são englobadas todas as funções de gestão de falhas, configurações, performance, tráfego, segurança, contabilidade, inventário e onde se efectua a consolidação de dados de gestão por forma a obterem-se relatórios e elaboram-se análises do estado da rede.

A manutenção da rede inclui todas as funções de gestão referentes a instalação e manutenção de todas as infra-estruturas da rede, quer sejam equipamentos, cabos ou serviços. Uma das suas responsabilidades é o serviço de "HelpDesk".

2.2 Os Níveis de Gestão e Respectivos Sistemas de Gestão

Os gestores de grandes redes tendem a separar funcionalmente as suas ferramentas de gestão, o modelo funcional (MFA - Management Function Area) "FCAPS" apresentado pela OSI é o mais utilizado para esse fim. No entanto, para as grandes redes os sistemas de gestão podem ir um pouco mais longe e seguirem uma estrutura um pouco diferente, a Figura - 2.14 pretende reflectir essa abordagem.

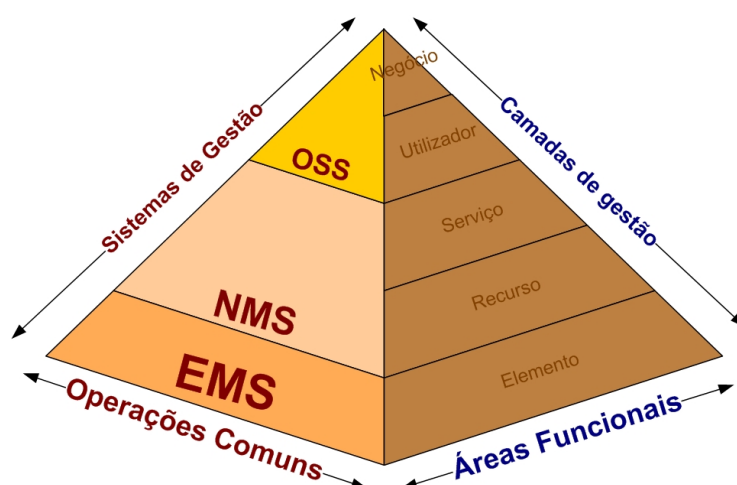


Figura 2.14: Pirâmide dos sistemas de gestão

Quando abordado através dos níveis de gestão, existem boas razões, quer técnicas como financeiras para a separação do tipo de sistemas de gestão.

No topo da pirâmide encontra-se o OSS (Operational Support System), o qual é fundamentalmente utilizado pelos grandes fornecedores de serviços de comunicações.

O NMS, é um sistema de gestão que tende a ser utilizado para fazer face às operações de gestão da rede ao nível dos recursos e serviços, tais como criar, monitorizar, apagar ou retirar dispositivos e ligações virtuais da rede, etc. O NMS tem como objectivo gerir múltiplos dispositivos em simultâneo.

A baixo do NMS encontra-se o EMS (Element Management System), o qual está frequentemente associado à gestão de um único dispositivo de cada vez. Estes sistemas de gestão, podem quando muito, gerir um pequeno e limitado grupo de dispositivos e que normalmente utilizam protocolos de gestão privados. Habitualmente do tipo CLI (Client Line Interface), o EMS encontra-se embutido nos próprios equipamentos, disponibiliza algumas funcionalidades de gestão centrada no dispositivo, tais como:

- Gestão do software (upload/download);
- Configuração da base de dados (backup/restore);

- Processamento de alarmes e armazenamento, etc.

Fornecido normalmente com o equipamento, o EMS pode também ser uma aplicação instalada numa estação de gestão remota. Esta forma de gestão, aplica-se frequentemente a dispositivos primitivos, os quais não dispõem de capacidade de gestão incluída, ou legados e que se encontram no fim do seu ciclo de vida.

Assim, um EMS externo pode ser utilizado como uma forma de aumentar a utilidade do dispositivo. Estes, são habitualmente denominado de "proxies".

O princípio que norteia estes sistemas é o mesmo dos NMS, ou seja, tornar o objecto gerido fácil de usar, seja ele um elemento de rede (NE), uma rede, uma ligação virtual ou outro.

Os NMS têm uma perspectiva de gestão mais alargada, tal como já foi mencionado, e disponibilizam funcionalidades como sejam:

- Criação, remoção ou modificação de múltiplos objectos, como se de um EMS para múltiplos dispositivos se tratasse, mas com a vantagem de o poder e fazer em simultâneo;
- Criação, remoção ou modificação de ligações virtuais entre dispositivos de rede;
- Criação, monitorização e remoção de objectos "Soft" nos dispositivos de rede, tais como ligações, perfis, etc;
- A execução de acções de "upload/download" de software ou configuração;
- A correlação de alarmes com ocorrências de falhas;
- O carregamento da base de dados centralizada de informação de gestão;
- A descoberta da topologia da rede;
- Notificações, relatórios, etc.

A distância entre EMS e NMS nem sempre é clara. Muitas vezes o NMS é chamado a processar um conjunto de alarmes de um dispositivo, ou mesmo a efectuar a distribuição de firmware para um conjunto de dispositivos. Assim o que efectivamente distingue um EMS do NMS é que a maioria das operações executadas no NMS tende a envolver simultaneamente múltiplos NEs e na gestão de dispositivos heterogéneos o SNMP costuma ser o protocolo utilizado para a comunicação entre o objecto gerido (MO) e o NMS. Alguns fabricantes recorrem a protocolos proprietários para a comunicação de gestão entre os seus NMSs e os objectos geridos (MO), mas nestes casos a sua actuação costuma ficar confinada à gestão de dispositivos do mesmo fabricante.

O EMS tende a operar centralmente num único NE, a maioria das vezes é do tipo CLI e utiliza linguagem proprietária de gestão, que em muitos casos é diferente conforme a

versão do dispositivo.

Acima do NMS encontram-se os OSS, normalmente constituído por software extremamente pesado é implementado basicamente pelos grandes fornecedores de serviços de rede. O OSS disponibiliza funcionalidades do tipo:

- Gestão e configuração de subscritores;
- Gestão de novos serviços, através da sua activação ou desactivação;
- "Workflow" para procedimentos de configuração de dispositivos, criação de ligações, entre outros objectos;
- "Trouble ticketing" (seguimento das notificações de falhas);
- Gestão de recursos, etc.

Muitos OSS fazem uso da mesma estrutura utilizada pelos NMS para providenciarem funcionalidades do tipo:

- Recuperação de falhas e configuração da rede;
- Recuperação de performances e obtenção de informação para a facturação;
- Provisionamento de recursos.

A comunicação e interface entre estes três tipos de sistemas de gestão não se encontram normalizadas. Habitualmente o EMS interage com o NE através de um CLI. Os actuais fabricantes de equipamentos, além de colocarem à disposição estes EMS, permitem a implementação do SNMP, pelo que a gestão através de NMS é possível sem interacção dos EMS, normalmente proprietários.

No que aos OSS diz respeito, o uso de serviços dos NMS obrigou o desenvolvimento de APIs. O TeleManagement Forum (TMF) tem feito grandes progressos, tanto na modelização dos processos e operações de SP (Service Providers), como na definição de interfaces abertos entre OSSs e NMSs. Como exemplo deste progresso encontra-se o modelo TOM (Telecommunication Operations Map), bem como a definição de uma linguagem específica para este propósito, a IDL (Interface Definition Language).

Uma das consequência da necessidade de interacção entre OSSs e NMSs é que é habitualmente difícil decidir onde e qual o software de gestão específico que deve ser desenvolvido.

E se se tiver presente os custos, os recursos a envolver, a rentabilidade e o tempo de implementação, só mesmo grandes empresas fornecedoras de serviços de rede poderão enveredar por este ainda tortuoso e lento percurso.

A título de conclusão, apesar do já grande esforço efectuado na segmentação dos níveis de gestão e correspondentes ferramentas, a integração destas, nomeadamente entre OSSs

e NMS é pontualmente realizável, complexa e extremamente dispendiosa. Por outro lado, a utilização do SNMP permite que a gestão dos objectos geridos possa ser realizada pelos EMSs ou por NMSs independentemente, relevando para segundo plano as possíveis interfaces a serem desenvolvidas entre estes. A utilização de "Proxy Agents" na arquitectura de gestão SNMP permite ainda colmatar algumas lacunas neste domínio.

2.3 Os Sistemas de Gestão de Redes IP

A interacção entre o sistema gestor e o objecto gerido é realizada através de troca de informação de gestão. As regras que determinam esta interacção compõem o protocolo de comunicação de gestão. Neste processo, as funções de gestão e os objectos geridos são partes integrante (Figura - 2.15).

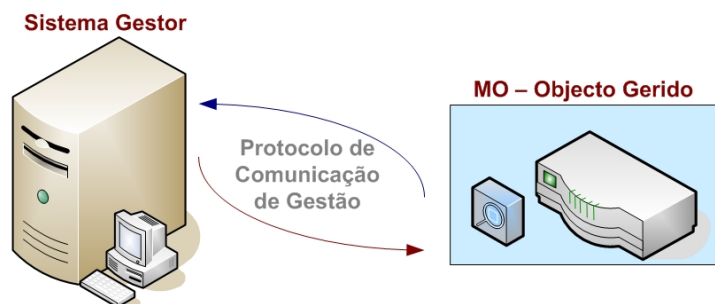


Figura 2.15: Estrutura do sistema de gestão

Esta estrutura reflecte a abordagem tradicional da gestão de redes com base no paradigma funcional.

Partindo do modelo hierárquico e baseados em SNMP os componentes do sistemas de gestão são distribuídos através da rede na forma de agentes e gestores.

Uma das vantagens do SNMP é que os agentes consomem poucos recursos e facilitam a escalabilidade, requisitos importantes nas redes modernas e com grande quantidade de equipamentos.

Os principais intervenientes na gestão de rede com o SNMP são:

- Os agentes;
- Os gestores;
- As MIBs;
- O protocolo de comunicação de gestão.

A MIB e os protocolos de comunicação de gestão foram já abordados na secção 2.1.2 e 2.1.3 respectivamente.

2.3.1 O Agente SNMP

Os agentes SNMP são entidades que residem nos dispositivos a gerir e têm como função executar as tarefas tais como, recolha de informação de gestão, armazenamento na MIB e comunicar com o sistema gestor. Alguns agentes podem gerir objectos lógicos, tais como segmentos de rede, tráfego, etc. Para este efeito, estes agentes são colocados em dispositivos apropriados, normalmente designados de sondas.

Assim, os agentes, responsáveis por grande parte da força de trabalho na gestão, têm as seguintes funcionalidades:

- Implementar e manter os objectos MIB;
- Responder a operações do gestor, por exemplo a pedidos;
- Gerar notificações, "traps" e informações;
- Implementar segurança;
- Definir políticas de acesso para gestores externos.

O SNMPv3 além destas permite ainda aceder e controlar as estruturas, ao que corresponde:

- Visualização da MIB;
- Modo de acesso e gestão aos objectos MIB.

Os agentes podem ser alojados em quase todos os dispositivos com capacidade de processamento, onde se incluem:

- Equipamentos Windows NT/2000 ou superior;
- Equipamentos Unix;
- Estações e servidores Novell Netware;
- Equipamentos de rede, como hubs, routers, switches, terminal servers, etc;
- PABXs e muito mais.

2.3.2 O Gestor SNMP

O gestor SNMP é a entidade que interage com os agentes, e dispõe das seguintes funcionalidades:

- Receber e enviar valores das instâncias dos objectos MIB nos agentes;
- Receber notificações dos agentes;

- Trocar mensagens com outros gestores SNMP.

O gestor SNMP, é a parte do sistema de gestão responsável pela comunicação e integração de todos os objectos geridos num sistema de informação que os relaciona num contexto de domínio de rede.

2.3.3 A Arquitectura do Sistema de Gestão

Grande parte dos sistemas de gestão de redes actuais encontram-se desenvolvidos de acordo com as seguintes três camadas (Figura - 2.16):

- Camada de Agente
- Camada de Servidor
- Camada de Gestão

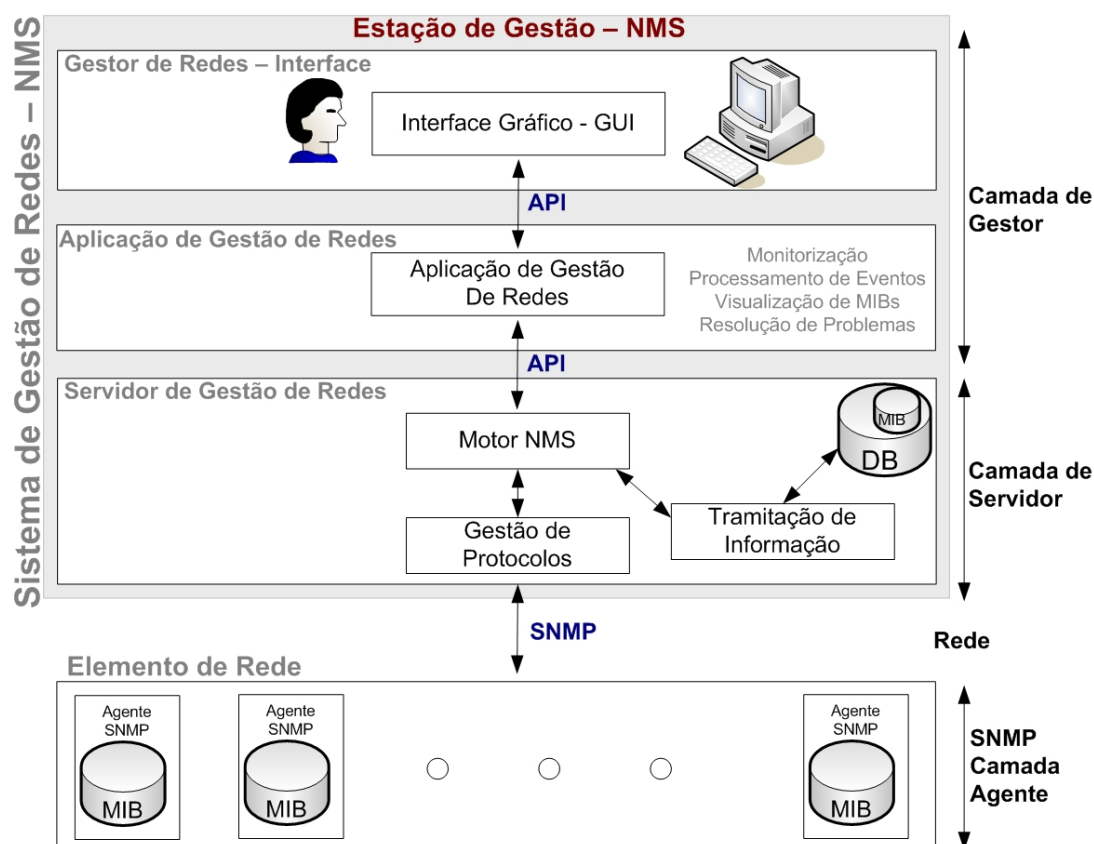


Figura 2.16: Estrutura do sistema de gestão

A camada de Agentes SNMP, engloba todos os objectos geridos e que são no domínio da gestão de redes representados pelas suas MIBs e interagem com o sistema de gestão de redes (NMS) através dos agentes que os representam.

O sistema de gestão de redes, divide-se em duas camadas, a de servidor e a de gestor.

Na camada de servidor encontram-se os módulos responsáveis pela comunicação com os agentes, o módulo de tramitação de dados e o motor do sistema propriamente dito.

O módulo de gestão de protocolos tem assim a seu cargo a comunicação com os agentes e a disponibilização dos dados recebidos para o motor do sistema para os poder processar.

O motor do sistema de gestão, efectua todo o tipo de tarefas de processamento de informação, bem como o controlo das acções, ou seja, a disponibilização dos dados recebidos para serem armazenados, o envio de comandos para os agentes, a recepção e resposta a pedidos da camada superior, bem como o pedido e envio de informação à base de dados de informação de gestão a qual se encontra nesta camada.

O módulo de tramitação de informação gere a base de dados de informação do sistema e responde a todas as solicitações efectuadas pelo motor do servidor.

Na camada de gestor encontra-se a aplicação de gestão de redes propriamente dita. Esta, tem a seu cargo todas as tarefas de gestão, que vão da monitorização, à resolução de problemas passando pelo processamento de eventos, visualização da topologia da rede e mesmo das MIBs. Nesta camada, o interface entre a aplicação de gestão de redes e a consola é efectuada através de API's e normalmente em formato proprietário.

Assim, a interface do sistema de gestão de redes com o gestor é efectuado, normalmente, através de uma consola gráfica, proprietária, e que permite ao gestor efectuar todas as tarefas para as quais o sistema foi desenhado.

Fechados sobre si mesmos, os sistemas de gestão de redes contemporâneos desenvolveram-se numa perspectiva de produto vertical, incluindo cada vez mais funcionalidades, mais robustez e segurança na sua estrutura mas com pouca preocupação quanto a potenciais interacções com os seus pares.

Os novos paradigmas, a Internet e a velocidade a que se desenvolvem as tecnologias em torno deste conceito de aldeia global tem vindo a mostrar algumas das fragilidades desta arquitectura dos sistemas de gestão.

A necessidade de separar os objectos geridos do sistema gestor, conseguido através do recurso ao SNMP, vê agora este requisito ser transposto para o nível da aplicação e apresentação, a independência da interface de gestão da consola proprietária, tem sido notória.

2.3.4 Funções

As funções do sistema de gestão correspondem ao conjunto de tarefas necessárias para a manipulação dos objectos geridos (MO) com o objectivo de executar acções sobre eles mesmos de acordo com estratégias e planos de gestão dos domínios de redes em que se encontram integrados. São exemplo as funções: criar, apagar, examinar, modificar objectos geridos. Igualmente como exemplo encontram-se as funções de gestão do estado dos objectos geridos, as quais colocam à disposição do gestor a capacidade de examinar as alterações

de estado, monitorizar sobrecargas, etc. Recorrendo de novo ao modelo que representa o ambiente de gestão a 4 dimensões (Figura - 1.1) encontram-se aqui representadas as funções necessárias para desempenhar as operações comuns sobre os objectos geridos.

As funções do NMS devem reflectir tanto quanto possível as preocupações dos gestores, ou potenciais utilizadores, destas ferramentas dispendiosas mas obrigatórias. Normalmente, com um "background" na área das engenharias, estes utilizadores têm uma perspectiva marcadamente funcional, pelo que é através do recurso ao modelo de áreas funcionais de gestão, FCAPS, que os fabricantes desagregam as operações comuns que os seus sistemas de gestão executam.

Os fabricantes nos seus manuais e folhetos publicitários fazem efectivamente recurso a esta estrutura, permitindo assim efectuar uma primeira abordagem comparativa entre eles.

O que distingue os MNS, uns dos outros é a capacidade que estes têm em reflectir a realidade, bem como os mecanismos que permitem intervir sobre ela de uma forma o mais pró-activa possível.

A diferença entre a imagem obtida através do NMS e a situação real deve ser a mínima possível. O grau de sucesso atribuído a um NMS é assim directamente proporcional à diferença.

Das várias funções que um NMS deve contemplar a descoberta da rede e o processamento de notificações são as principais.

Muitas outras existem e são descritas nos vários manuais e brochuras que os diversos fabricantes disponibilizam.

As exigências crescentes relacionadas com a alteração permanente da estrutura das redes, quer em dimensão como em heterogeneidade de dispositivos e associada à evolução tecnológica tem obrigado a repensar as plataformas de gestão, e desta forma a exigir que estas possuam funções de alto nível incorporadas, nomeadamente a de integração e delegação.

Uma curiosidade neste domínio dos NMSs generalistas é o facto de que o OpenView, o IBM Tivoli NetView e o Unicenter TNG da CAI monopolizam o mercado. E mais interessante é que a integração é uma característica apresentada pelos três fabricantes, mas com uma pequena nuance, esta funcionalidade aplica-se entre produtos do mesmo fabricante e mesmo segmento, ou entre produtos complementares e através de APIs bem determinados.

2.3.4.1 Descoberta da Rede (Discovery)

Muitas vezes alterações de configuração são efectuadas nos dispositivos através de EMSs (habitualmente utilizando o CLI embebido no dispositivo). Esta é uma das situações onde a função de descoberta do NMS se torna extremamente importante. A descoberta da rede é o processo pelo qual um NMS através do SNMP (ou ICMP) lê, processa e armazena conteúdos de determinada tabela MIB. Desta forma, o NMS recolhe qualquer alteração efectuada via EMS. Este processo de descoberta em tempo real e actualização da informação referente ao objecto gerido é um aspecto fundamental nas grandes redes. Através da descoberta da rede pode-se recolher informação detalhada, quer de objectos

isolados, como de complexas agregações de objectos.

Apesar de ser uma função da máxima importância, existem ainda NMSs que devido à introdução de tráfego na rede não a disponibilizam de uma forma automática, pelo que se pretendida torna-se necessário efectua-la manualmente.

Este é o primeiro passo para a obtenção da imagem da rede e do seu nível de construção (incluindo agregação de objectos como por exemplo VLANs e VPNs).

Com uma imagem clara dos objectos geridos da rede, o operador fica assim liberto para gerir efectivamente a rede.

2.3.4.2 Notificação

Numa rede o que é expectável acontecer?

Objectivamente, que a rede funcione sem qualquer problema, que responda de acordo com o planeado.

No entanto, imprevistos acontecem e muitas vezes aquilo que é visto como uma bênção, rapidamente se transforma num calvário. Por exemplo, pode acontecer que a rede fique inoperacional, ligações ou interfaces podem ir abaixo, as ligações podem entrar em sobrecarga ou a funcionar em regime crítico, pode estar a ser gerado tráfego indesejado, dispositivos desconfigurados, etc.

É por estes motivos, entre outros, que o operador tem de se encontrar permanentemente alerta para poder intervir, rapidamente e ao mais pequeno sinal. O NMS processa notificações enviadas pelos agentes associados aos objectos geridos, auxiliando assim o operador nesta árdua tarefa. Estas podem ser de um de três tipos:

- Eventos - que corresponde à indicação da rede sobre algo de interesse para o NMS. Por exemplo a entrada de utilizador num dispositivo de rede NE através do seu CLI;
- Falhas - que corresponde à indicação de serviços afectados ou problemas na rede;
- Alarmes - que corresponde à indicação de potenciais problemas, como por exemplo, um serviço poder ser afectado.

Em termos de priorização, é óbvio, que as falhas devem ser processadas pelos NMS primeiro do que os eventos ou alarmes.

Desta forma o operador fica em condições de monitorizar em tempo real o comportamento da rede, quer em termos estáticos como dinâmicos.

2.4 Paradigmas de Gestão de Redes

2.4.1 Gestão Baseadas na Web

A abordagem da gestão de redes com base na Web é defendida por vários especialistas como sendo uma solução verdadeiramente integrada, homogénea e simples para gestão de redes, sistemas e serviços.

Esta abordagem é defendida por diversas razões, de entre elas:

- O facto de fornecer uma interface de gestão simples e homogéneo, através de um "Web Browser" (Navegador). Esta interface é estável, largamente utilizado e permite executar todo o tipo de tarefas, quer sejam de visualização de dados, como de execução de comandos e aplicações;
- Os gestores não necessitam de interfaces distintos para gerir as redes, sistemas, aplicações ou serviços, podendo desta forma tirar partido das várias técnicas de gestão;
- A interface de gestão é independente da plataforma utilizada, factor que aparentemente insignificante se traduz num enorme aumento de flexibilidade;
- A utilização do "Web Browser" como base da consola de gestão torna esta independente da localização, permitindo assim efectuar a gestão em qualquer lugar, dentro e fora do domínio de gestão;
- A solução baseada na Web constitui assim uma forma eficiente para o problema dos elevados custos associados a consolas proprietárias e dedicadas.

Estes são alguns dos motivos pelos quais a gestão baseada na Web acolhe tantos adeptos.

A amigabilidade e a simplicidade da interface de utilizador conseguida através do recurso ao "Web Browser" é um ponto fundamental. Assim, e além da facilidade de utilização, o estarem disponível em várias plataformas e permitir o acesso em qualquer lugar, os "Web Browsers" tornaram-se a interface de gestão mais apetecida.

Com o objectivo de efectuar a gestão baseadas na Web, duas abordagens podem ser utilizadas, são elas a: "Web Gateway" (gestão através da Web) e servidor Web embebida no dispositivo (gestão baseada na Web).

2.4.1.1 Web Gateway

Neste caso a comunicação efectuada entre a consola, "Web Browser" e o "Web Gateway" é efectuada com o recurso aos protocolos Internet standards, nomeadamente o HTTP. O recurso a este protocolo tem como objectivo a implementação do GUI (Graphical User Interface) na consola de gestão numa perspectiva "Browser oriented".

A comunicação entre o "Web Gateway" e o objecto gerido é efectuada de acordo com os standards vigentes (SNMP / CMIP ou outro).

Esta abordagem permite tirar partido das técnicas baseadas na Web no que à interface com o gestor se refere, nomeadamente tornar independente a consola do sistema gestor, mantendo todas as funcionalidades implementadas nos sistemas tradicionais já desenvolvidos (Figura - 2.17).

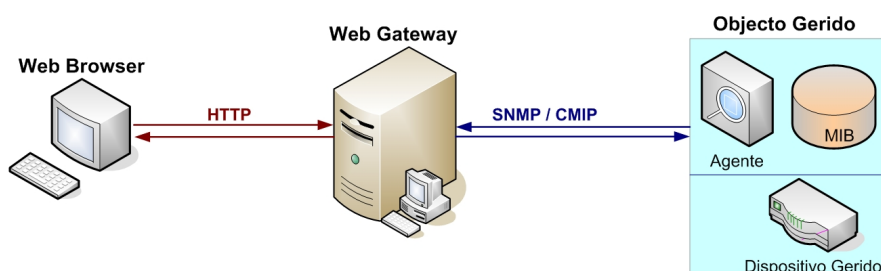


Figura 2.17: Web gateway

Esta técnica tem a vantagem de não por em causa os sistemas já desenvolvidos no que se refere ao objecto da gestão e, por outro lado, tem a vantagem de ser fácil de implementar.

2.4.1.2 Servidor Web Embutido no Dispositivo

Nesta abordagem, os próprios recursos são manuseados utilizando servidores Web e acedidos directamente através de um "Web Browser". Aqui o HTTP é utilizado como protocolo de gestão (Figura - 2.18).

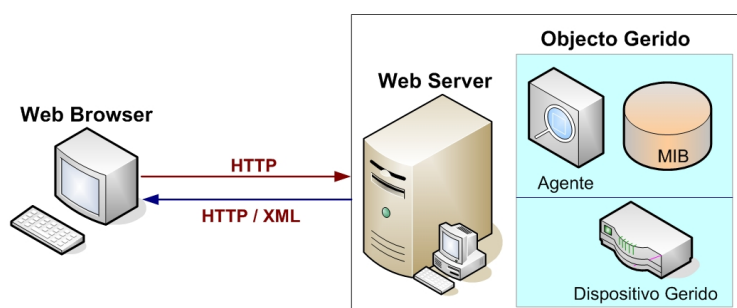


Figura 2.18: Servidor Web embutido no dispositivo

Este sistema de gestão implica a incorporação de um "mini web server" em cada dispositivo. Os pedidos e respostas HTTP terão que ser formulados em HTML/XML por forma a serem interpretados quer pelo dispositivo como pelo Browser. Tem a vantagem de os dispositivos poderem ser acedidos de qualquer lugar.

2.4.2 MbD - Código Móvel

A gestão por delegação é uma das técnicas emergentes e que tem por objectivo passar tarefas de gestão para o lado dos agentes [32]. A gestão por delegação baseada em código

móvel é uma técnica de gestão que tem por base a movimentação de serviços (código) do sistema gestor para o objecto gerido, onde a informação se encontra disponível.

Esta técnica tem como pressuposto a existência de capacidade de processamento de informação de gestão localmente, no objecto gerido e é definida como de fraca mobilidade.

Código móvel é definido como sendo a capacidade de uma aplicação distribuir, recolocar os seus componentes e executá-los. As tarefas de gestão são assim distribuídas e recolocadas nos dispositivos geridos e aí são processadas em tempo real.

Esta técnica tem como importante característica o facto de a totalidade do código do programa ser transportado entre os componentes distribuídos. Por outro lado, é importante perceber que só mesmo o código é transportado, não o estado de execução nem dados associados. Assim, os programas em execução no local onde se encontram as fontes não necessitam ser interrompidos por forma a este ser distribuído e executado.

Duas abordagens desta técnica são utilizadas

- Code on Demand (COD)
- Remote Evaluation (REV)

Esta técnica tem como vantagens:

- O processamento distribuído;
- A modificação dinâmica de serviços;
- A localização de recursos "gathering".

E como nem tudo são vantagens, esta técnica também possui as suas limitações:

- "Overhead" na mobilidade (atraso no transporte);
- Consumo adicional de recursos de rede (para a mobilidade);
- Aumento de riscos de segurança (código externo).

2.4.3 MbD - Agentes Inteligentes

A gestão por delegação baseada em agentes inteligentes, ou agentes móveis é uma técnica também definida como de forte mobilidade. Neste caso todo o programa (código, estado e dados) é transportado entre os componentes distribuídos. O programa obriga à suspensão e empacotamento para transporte. Posteriormente, na recepção, necessita ser desempacotado e resumido.

Nesta técnica, os agentes correspondem a objectos com capacidade de decisão e de implementar serviços de gestão.

Na base desta técnica está o anseio de substituir as técnicas tradicionais de gestão por um conjunto de agentes cooperantes e colocados de uma forma distribuída (por áreas funcionais, regiões, etc.), ou de uma forma hierárquica [33]. Desta forma pretende-se atingir uma completa distribuição de gestão inteligente, dispor de um sistema altamente escalável, robusto e tolerante a falhas. E pretende-se também tornar o sistema auto-configurável e empenhado.

Como limitações, esta técnica encontra o grande tamanho dos agentes e o facto de a mobilidade consumir uma grande quantidade de recursos de rede.

Esta técnica ainda tem que ser aperfeiçoado, nomeadamente no que se refere à coordenação e gestão dos agentes, prevenção de falhas e recuperação, bem como resolver os problemas de segurança ainda existentes.

2.4.4 Gestão Baseada em Políticas

A gestão de redes baseadas em políticas começou nos anos 1990. Mesmo antes da ideia de políticas ter aparecido, esta foi usada para representar a informação numa área bem específica da gestão de redes: gestão de segurança. Assim, a ideia de utilizar as políticas apareceu naturalmente para a gestão das grandes infra-estruturas. É um facto de que hoje em dia, todas as médias e grandes empresas dispõem de políticas e regulamentos que todos os colaboradores devem seguir e cumprir. Estas políticas são normalmente originárias nas metas e objectivos da empresa. Na gestão de redes baseada em políticas, as políticas são as regras que regem o estado e o comportamento dos sistemas de rede. O sistema de gestão tem a tarefa de transformar as metas de gestão existentes numa perspectiva humanista em regras verificáveis capazes de gerir o estado e as funcionalidades da rede. Neste domínio, o RAP (Resource Allocation Protocol) desempenha um importante papel na gestão de redes baseada em políticas com o COPS (Common Open Policy Services) [34] e a sua extensão COPS-PR [35]. Alguns trabalhos tem sido desenvolvidos na tradução de directivas de negócio para o nível de políticas de rede e para políticas de resolução de conflitos. O conceito de meta-políticas foi proposto em [36]. Assim, a vantagem mais significativa da gestão de redes baseada em políticas é o facto de esta promover a automação e estabelecer níveis de objectivos de gestão através de um leque alargado de dispositivos de rede. Desta forma o administrador da rede pode interagir com a rede através do fornecimento de políticas abstractas de alto nível. Estas políticas são independentes dos dispositivos e de fácil compreensão humana. Para grandes redes, com frequentes alterações nas directivas operacionais, a gestão de redes baseada em políticas apresenta uma solução atractiva, dado que a tradução dinâmica e actualização dos objectivos de negócio de alto-nível se repercutem na configuração da rede. Uma limitação desta técnica encontra-se no facto de que após desenvolvido e implementada o sistema de gestão de redes baseado em políticas, as primitivas do serviço estão definidas. Através da alteração de políticas de gestão e requisitos, dispõem-se de um certo grau de flexibilidade. A limitação reside fundamentalmente no facto de não ser possível modificar ou adicionar novos serviços de gestão ao sistema, ao contrário da gestão com o recurso a código móvel ou agentes de software.

2.4.5 Comparação

Através de uma análise comparativa, representada na Figura - 2.19, podem-se tirar algumas ilações.

	Gestão baseada na Web	Código Móvel	Agentes Inteligentes	Gestão por Políticas
Escalabilidade		▲	▲	
Auto-regulação			▲ ▲	▲
Personalização	▲	▲ ▲	▲	▲ ▲
Resposta		▲	▲ ▲	▲
Economia	▲			▲ ▲
Heterogeneidade	▲	▲	▲	
Manutenção	▲	▲	▲	▲ ▲
Acessibilidade	▲ ▲			

Figura 2.19: Tabela comparativa de paradigmas

A escalabilidade é mais fácil de se conseguir se recorrermos à utilização de código móvel ou agentes inteligentes.

A auto-regulação, algo que os agentes inteligentes poderão fazer melhor que ninguém, mas a gestão por políticas e graças à técnica de gestão em tempo real consegue colmatar este problema, coisa que nem a gestão baseada na Web nem a utilização de código móvel possa contribuir.

A personalização dos sistemas melhorada pelas quatro técnicas, vê na utilização do código móvel e na gestão por objectivos as melhores soluções.

Capacidade de resposta, grandemente favorecida pela utilização de agentes inteligentes, encontra também melhorias com a utilização de código móvel ou gestão baseada em políticas.

Devido à mais fácil compreensão pelos recursos humanos, a gestão baseada na Web e especialmente a gestão por políticas são técnicas propulsoras de grandes economia de recursos.

A heterogeneidade é cada vez mais uma constante da gestão de redes e onde todas as técnicas aqui apresentadas, com excepção para a gestão por políticas, poderão incorporar melhorias.

No que se refere à manutenção dos sistemas, todas as técnicas são boas, com especial relevo para a gestão por políticas, devido à sua capacidade de gestão em tempo real e de

auto-regulação.

Em termos de acessibilidade, de facto, só mesmo a gestão baseada na Web vêm dar aqui um grande contributo.

Em termos comparativos, e tendo em conta as limitações existentes em cada uma das técnicas apresentadas, a gestão baseada na Web, pela sua capacidade de disseminação da gestão e por outro lado a gestão por políticas com a sua capacidade de levar a gestão de redes ao nível da estratégia do negócio, parecem ser duas técnicas que pela sua não exclusividade possam num futuro próximo dar frutos interessantes.

2.5 Tecnologias Disponíveis

2.5.1 DOC - Distibuted Object Computing (CORBA e DCOM)

A computação por objectos distribuídos (DOC) usa a metodologia "Object-Oriented" (OO) para a construção de aplicações distribuídas. Adaptado à gestão de redes, é utilizado para suportar a arquitectura de gestão de redes distribuída, integrando soluções de gestão de redes heterogéneas já existentes e disponibilizando ferramentas de desenvolvimento para novos componentes de gestão de redes.

A computação por objectos distribuídos possibilita a distribuição de serviços e aplicações, sem adaptações e de uma forma transparente, separando a complexidade da distribuição dos objectos das funcionalidades de gestão de redes.

Outra vantagem desta separação reside na capacidade de disponibilizar múltiplos protocolos de comunicações de gestão de redes através de um API genérico, promovendo desta forma a interoperabilidade de protocolos de comunicação de gestão de redes, tais como o SNMP e o CMIP.

Adicionalmente o DOC fornece uma plataforma de desenvolvimento distribuído para uma implementação rápida, robusta e integrada, de serviços reutilizáveis e aplicações.

Na gestão actual de redes o DOC funciona em torno do conceito "Object Request Broker" (ORB).

As facilidades de comunicação entre objectos locais e remotos proporcionadas pelo ORB libertam as aplicações das preocupações de baixo nível, por exemplo, do que respeita às infra-estruturas e comunicação.

As duas maiores adaptações do DOC à gestão de redes são:

- O CORBA (Common Object Request Broker Architecture) [37];
- e o DCOM (Distributed COM) [38].

O TINA-C (Telecommunication Information Network Architecture Consortiun) [39] desenvolveu projectos nesta área, onde o JIDM (Joint Inter Domain Management) [1] é um deles e tinha como propósito fornecer serviços de gestão remota com suporte do DOC. Desta forma, o processamento de gestão e os serviços deixaram de estar localizados centralmente na rede e passaram a estar distribuídos por localizações remotas.

Estas funcionalidades permitiram que tarefas de gestão pudessem ser delegadas, por região, áreas funcionais, a entidades intermédias e que as tarefas de gestão deixasse de ser o centro de toda a tomada de decisão de gestão. Paralelamente, o DOC é utilizado para expandir a infra-estrutura de gestão de redes com funcionalidades distribuídas.

O DOC em geral e o CORBA em particular, é uma tecnologia bem recebida para o desenvolvimento de arquitectura de gestão de redes integradas com o recurso à distribuição de objectos. O sucesso do CORBA como tecnologia para a gestão de redes pode ser atribuído ao facto de o CORBA ser um ambiente de suporte estável, capaz para um efectivo funcionamento de objectos distribuídos, além de conter um bom conjunto de serviços de suporte.

Desta forma, o DOC é útil como ferramenta de integração para domínios de gestão de redes heterogéneos e alargar a arquitecturas de gestão de redes recentes. No entanto, o DOC ainda utiliza uma distribuição estática de objectos, não possui a flexibilidade que o código móvel proporciona. Além do mais, o DOC requer muito tempo e dedicação por forma a ser eficiente, o que nem sempre é possível em todos os dispositivos na rede. Este último aspecto restringe consideravelmente o seu domínio de aplicação.

2.5.2 JAVA

O Java, sendo uma linguagem de programação por objectos portátil, tornou-se também um instrumento para um vasto conjunto de paradigmas de gestão de redes, desde a computação distribuída, passando pela gestão "web-based", até agentes inteligentes.

Devido à sua vasta aplicação, vários ambientes de desenvolvimento Java foram propostos, desenhados e criados, na perspectiva da gestão de redes.

O que torna o Java uma tecnologia genericamente tão apetecida para a gestão de redes?

Primeiro, porque o rápido desenvolvimento de soluções baseadas nesta tecnologia torna-a menos custosa, comparativamente. A única exigência desta tecnologia é o JVM (Java virtual machine), que se trata do motor exigido para correr o software baseado em Java. Este motor é fácil de instalar e exige muito pouca manutenção.

Em segundo lugar, cada vez mais aparecem dispositivos capazes de trabalhar com Java. O Java pode funcionar em web browsers, os quais são bons candidatos para consolas de gestão, mais acessíveis e baratas.

Em terceiro, o download dinâmico de código permite a distribuição igualmente dinâmica de objectos Java. Isto não só abre as portas para a extensão de serviços, mas também à delegação de tarefas de gestão, que é uma função de alto nível cada vez mais importante.

Em quarto lugar, o Java é independente da plataforma, portátil para qualquer plataforma que suporte o JVM.

Por último, o software Java é fácil de desenvolver, existem muitas ferramentas e plataformas de desenvolvimento. O Java é uma boa linguagem de programação para suportar o desenvolvimento de novos conceitos de gestão, como é o caso da mobilidade de código.

Mas como em tudo, existe sempre um "se não", e o Java não é excepção. Os principais problemas que o Java aporta às soluções de gestão de redes baseadas em Java, prende-se

com o carregamento das classes java, que pode ser lenta, especialmente quando o carregamento dinâmico é exigido. Por outro lado a serialização de objectos Java e a invocação remota de métodos, explorados na gestão de redes, tem sérios problemas de performance.

A SUN, pioneira nas tecnologias JMAPI e Java DMK, levaram-na ao desenvolvimento do JMX que culminou com o Java nos nossos dias. Reconhecendo a importância das redes, a SUN criou a tecnologia de rede JINI [40]. O objectivo primário desta tecnologia está na sua utilização para que clientes e serviços se possam encontrar dentro da rede e desta forma executar as tarefas pretendidas.

2.5.3 WBEM

A julgar pelo tremendo sucesso do World Wide Web na Internet, seria expectável que as tecnologias Web-based influenciassem a gestão de redes em alguns aspectos. Hoje em dia, inúmeras soluções de gestão de redes Web-based são de facto desenvolvidas, mesmo apoiadas pelos grandes fabricantes, como a Sun, Cisco, MicroSoft, HP, etc. No que diz respeito à gestão de redes, os problemas críticos a que os sistemas Web-based pretendem dar resposta são: a heterogeneidade; a acessibilidade à consola e o elevado custo de implementação e manutenção das plataformas.

Tradicionalmente as soluções de gestão de redes são altamente dependentes da plataforma. Os administradores de redes são obrigados a operar em consolas de gestão proprietárias para poderem executar as operações de rotina e a interface com o utilizador para cada plataforma de gestão pode variar consideravelmente.

A tecnologia Web aborda efectivamente este problema através da disponibilização de consolas de gestão única no formato de browser web standard.

Nos sistemas tradicionais as plataformas de gestão de redes, proprietárias, são extremamente caras e difíceis de manter. A tecnologia Web resolve esse problema promovendo o HTML e o Java applet na apresentação de informação, disponibilizando um GUI equivalente e acessível em qualquer parte.

Ultimamente, tem havido algum debate em torno da melhor tecnologia para a gestão de redes integrada. Desde que as tecnologias Web e o CORBA se tornaram amplamente utilizadas para este propósito, a questão deixou de surpreender. À primeira vista, a tecnologia Web não parece ser a melhor escolha. Mas, a tecnologia Web elimina a obrigatoriedade da utilização de consolas proprietárias; disponibiliza um meio uniforme de acesso à informação, via web browser; a modelação da dados em HTML é mais fácil que através do IDL; com a excepção dos servidores web embebidos, a gestão Web-based não necessita "motores" e deixa poucas marcas nos dispositivos de rede; A tecnologia Web dispõe medidas de segurança maduras que podem ser exploradas; o transporte de dados com base no HTTP é eficiente.

No entanto, a gestão Web-based também possui os seus "se não", habitualmente envolve muito tempo de interpretação, a quando da utilização de documentos HTML/XML, scripts CGI/SSI ou Java applets.

O HTML/XML foi construído para leitura humana, embora o formato destes documentos tenda a ser igualmente útil para a representação de pares de valores que é o tipo

mais usual de informação em dispositivos de rede.

O IDL do CORBA seria mais compacto para este tipo de representação de dados, e esta compactação traduzir-se-ia directamente em poupança de largura de banda. Utilizando tecnologia Web, o desenvolvimento está limitado à utilização do protocolo de transporte TCP, o que pode nem sempre ser a melhor escolha. O Corba não tem essa limitação.

Por fim, o CORBA suporta o paradigma de gestão distribuída, fornecendo suporte ao desenvolvimento de objectos distribuídos e transparência na sua distribuição. Apesar de todos estes factores a gestão Web-based vem ganhando mais adeptos e neste contexto, de tecnologias de gestão de redes, o WBEM [41] é um exemplo bem conhecido.

2.6 Conclusão

As arquitecturas de gestão de redes são assim caracterizadas por um modelo, um conjunto de protocolos e linguagens que definem a forma como os diversos elementos se interligam e interagem.

Os modelos têm como base as tecnologias disponíveis na altura do seu desenvolvimento e que mutuamente se suportam.

Tendo em atenção a evolução e as tendências é notória a necessidade de dar resposta ao crescente aumento das dimensões das redes actuais, quer em termos de quantidade de elementos envolvidos, como da heterogeneidade dos mesmos.

Assim, a rápida evolução a que esta área está sujeita, quer pelo aparecimento constante de novas tecnologias, como de requisitos, vem obrigando a uma atenção redobrada no que se refere à necessidade de compatibilizar a gestão dos mais recentes dispositivos com os que ainda só agora começam a ser rentabilizados, mas que devido à rápida evolução se encontram já na sua curva de obsolescência.

Existe uma convergência natural para o desenvolvimento e utilização de modelos baseados em sistemas distribuídos, no entanto as tecnologias e técnicas utilizadas ainda permanecem relativamente concentradas e assentes numa topologia tradicional, agente-gestor.

Através dos vários trabalhos desenvolvidos, nomeadamente na gestão baseada na Web, código móvel, agentes inteligentes e gestão por políticas, a tendência tem vindo a ser delineada e esta tende inevitavelmente para a utilização cada vez mais de sistemas distribuídos e para a utilização de técnicas híbridas.

A necessidade de olhar para a gestão de redes numa perspectiva longitudinal, e de preferência levando-a ao nível da estratégia e coordenação em ambiente de negócio é o futuro que se começa a delinear. Mas, mesmo reconhecendo esta tendência, a quantidade de trabalhos desenvolvidos tem uma maior incidência na gestão directa dos elementos, procura de novas técnicas, protocolos e linguagens de comunicação entre os elementos e os sistemas gestores.

Talvez por isso, e apesar destas evidências, os constructores continuem a investir no reforço dos seus tradicionais sistemas e timidamente nestas novas perspectivas de interacção transversal entre sistemas gestores.

A forte implantação da Internet, o aumento exponencial de utilizadores e a cada vez

maior exigência dos serviços de redes prestados vêm obrigando os grandes operadores de comunicações a repensarem estratégias de gestão e a exigirem aos seus fornecedores de sistemas de gestão soluções. Soluções essas que tendem para a mobilidade na gestão, integração de sistemas gestores e partilha de recursos.

Capítulo 3

Uma Nova Arquitectura de Gestão

3.1 O Desafio na Gestão de Redes

Na actual competitividade do mercado global, as empresas e organizações estão constantemente à procura de novas formas de transformar os recursos existentes em vantagens competitivas. Conscientes de que o mercado global não se encontra só no mercado denominado Internet, as empresas e organizações sabem que é essencial estar lá presente e ligado todo o tempo.

O aumento da dependência dos negócios relativamente às redes, como recurso crítico, tem colocado uma pressão considerável na gestão de redes por forma a garantir uma permanente disponibilidade, bom funcionamento e performance. Sem uma rede operacional, as aplicações críticas tornam-se inúteis, os sistemas tornam-se ineficazes e o negócio pode ser gravemente comprometido. Por outro lado, a expansão do negócio habitualmente requer a implementação de novas aplicações, equipamentos e procedimentos. Isto, também pode exigir mais largura de banda de comunicação e a introdução de novos serviços de rede.

Actualmente, as redes já são bastante complexas, incluem frequentemente várias plataformas, sistemas operativos, protocolos e arquitecturas. Como se não bastasse, a gestão de redes é frequentemente confrontada com requisitos contraditórios. Garantir a performance da rede enquanto ao mesmo tempo se depara com a redução de custos. Garantir a segurança, a efectiva gestão num ambiente cada vez mais disperso e complexo, permitir o acesso de uma forma simples e fácil de utilizar, são alguns dos requisitos constantemente impostos a quem gere as redes de hoje.

Assim e a acrescentar ao já complexo panorama da gestão de redes, estas, cada vez mais distribuídas, fazem com que seja virtualmente impossível saber o que se encontra ligado ou desligado, especialmente em locais remotos. Por outro lado, configurações impróprias de dispositivos, aplicações não autorizadas ou utilizadas inapropriadamente podem comprometer os recursos de rede. Pequenas situações, como por exemplo a utilização de modems não autorizados, difíceis de detectar, podem comprometer a segurança de uma organização inteira. E, apesar do desconhecimento dos reais motivos, as infra-estruturas de redes são frequentemente acusadas de disporem de fracas performances.

Efectivamente, gerir redes não é uma tarefa fácil.

Para começar, é obrigatório saber o que existe e onde se encontra na rede. E, se uma organização não sabe exactamente que dispositivos dispõe, como estão estes interligados e qual a sua importância para o negócio, dificilmente irá conseguir geri-los.

Por exemplo, um problema ocorrido num dispositivo crítico ou a performance comprometida em determinado segmento é motivo para o administrador ser avisado, executar as acções correctivas necessárias e informar os utilizadores. Tudo isto, mesmo antes que o funcionamento da organização e o negócio possa ser afectado. É esta atitude que distingue quando a rede está a ser gerida em vez de reagir aos acontecimentos depois de consumados.

O permanente crescimento em dimensões das redes actuais, a heterogeneidade de tecnologias utilizadas, a dispersão geográfica e a necessidade de gerir através de múltiplos domínios de gestão, entre outros factores, faz com que as aplicações de gestão actuais tenham dificuldade em responder de uma forma eficaz. E, mais do que dar uma resposta eficaz, as actuais aplicações de gestão de redes têm dificuldade em garantir requisitos básicos tais como, flexibilidade, escalabilidade e independência da gestão face ao fabricante dos elementos geridos.

É, tendo presente todos estes factores, o estado tecnológico actual, os problemas da gestão e os anseios dos gestores que, neste capítulo, é apresentado um modelo de arquitectura de gestão. Como base em modelos, standards e tecnologias já existentes este modelo de arquitectura de gestão de redes tem como objectivo disponibilizar e incorporar novas funcionalidades de gestão, nomeadamente no que às funções de alto nível diz respeito [2].

3.2 Informação de Gestão de Redes

Uma das peças fundamentais na gestão é a informação.

Associada às actividades de manutenção, configuração, optimização, previsão, entre outras, a informação de gestão tem origem e é utilizada em várias estágios de evolução de um produto, serviço ou actividade.

No que se refere à gestão de redes, a informação de gestão é complexa e envolve, entre outras coisas, a utilização de informação de um número cada vez maior de elementos presentes na rede, bem como a necessidade e capacidade de reflectir as relações entre eles.

Assim teremos informação com origem nos elementos geridos, nas relações entre eles, nos objectivos, políticas, etc.

A MIB é actualmente a forma existente mais utilizada para a definição e manipulação de informação de gestão relacionada com os elementos de rede geridos. Em conjunto com o SNMP e o SMI, a MIB, é a principal fonte de informação de gestão de redes em ambiente Internet.

Mas a informação de gestão não se restringe à informação de elementos, esta vai muito mais além. A forma como cada elemento se encontra relacionado com os seus parceiros na rede é um exemplo de informação que os sistemas gestores geram e para a qual não existe normalização.

Assim, numa perspectiva simplista, poder-se-á considerar a existência de dois níveis de informação de gestão: a informação de gestão do elemento, a qual é obtida directamente ou indirectamente a partir do elemento e que só a ele diz respeito; informação de gestão de rede, a qual é obtida através do tratamento e análise da informação recolhida dos elementos e que após processada releva não só a importância intrínseca da informação de gestão dos elementos, mas também do estado e das relações entre eles no ambiente de rede em que se inserem.

A informação de gestão do elemento encontra-se organizada e a MIB é a forma normalizada mais utilizada em ambiente Internet. O aparecimento ou desenvolvimento de novos elementos não é problemático pois a possibilidade de gerar e disponibilizar a sua MIB é um processo já utilizado e a funcionar.

A informação de gestão da rede é mais complexa, não está normalizada e encontra-se no interior do sistema gestor num formato normalmente proprietário, quer em termos de estrutura, como de conteúdo. A identificação da topologia da rede é um exemplo deste tipo de informação.

Daqui para a frente, e com o objectivo de simplificar o documento, sempre que se referir informação de gestão, esta deverá ser entendida como sendo informação de gestão de rede.

Para que a comunicação entre sistemas gestores seja possível é necessário que estes conheçam e reconheçam a informação, utilizada e disponibilizada por cada um deles, a única forma de o fazer é recorrendo à normalização. Normalizar o significado (semântica), normalizar a forma (sintaxe) e normalizar a comunicação (linguagem) são os três principais passos para que a informação de gestão de redes possa ser utilizada em ambiente aberto e de uma forma transparente.

Assim, enquanto que a informação de gestão de elementos encontra-se normalizada, quer ao nível da semântica, sintaxe, linguagem e protocolo de comunicação, a informação de gestão de rede ainda não obteve consenso por parte dos construtores.

Reconhecendo que é uma área complicada, de difícil consenso, é também reconhecida como uma área crucial para que a comunicação entre sistemas gestores heterogéneos possa ser realizável.

Existe uma grande diversidade de sistemas de gestão de redes com importantes diferenças ao nível das funções de gestão disponibilizadas, áreas funcionais abrangidas, elementos geríveis, serviços de gestão disponíveis, etc.

A possibilidade de integrar transparentemente dois ou mais destes sistemas, por forma a se complementarem, interagirem, ou simplesmente disponibilizarem informação tratada, é assim remota. Daí a grande importância e interesse na criação de uma estrutura de comunicação que vise a troca transparente de informação de gestão de rede entre os mais variados sistemas gestores.

Neste capítulo será apresentada a arquitectura de gestão de redes que tem por objectivo dar resposta a esta, cada vez maior, necessidade de comunicação entre sistemas gestores.

3.3 Elementos da Arquitectura de Gestão de Redes

São quatro os elementos presentes nas arquitecturas actuais de gestão de redes: objectos geridos (MO); sistemas de gestão de redes (NMS); protocolos e linguagem de comunicação de gestão.

Assim, tendo em vista a abertura do sistema de gestão de rede às funções de alto nível, nomeadamente no que se refere à integração e interacção, é importante que estes disponham de um ambiente de comunicação entre pares, ou seja, entre sistemas de gestão, que permita a sua implementação. Nesta perspectiva, a informação de gestão de redes, os protocolos e a linguagens de comunicação entre pares, assumem um papel fundamental.

Por outro lado, a forma e a localização da informação de gestão da rede é um outro aspecto não menos relevante para que a gestão possa, progressivamente, tornar-se independente dos sistemas de gestão. Só desta forma, será possível tornar a informação de gestão de redes a base geral das actividades de gestão de redes.

Um dos requisitos, que se têm vindo a estudar e a propor [41] é também a separação da consola de gestão do sistema de gestão, tornando-a assim independente do sistema de gestão. Este requisito é fundamental para que, quer os administradores de redes, como outros sistemas gestores possam comunicar com o sistema de gestão de redes em causa, de uma forma aberta e transparente.

Assim, no domínio das redes, onde o ambiente é cada vez mais heterogéneo, a necessidade de comunicação e o acesso à informação de gestão de rede assumem um papel, que poder-se-á dizer, cada vez mais crítico.

Não é por acaso que questões sobre como ter acesso a informação de gestão de rede, onde esta informação deve estar localizada e o que é realmente informação de gestão de rede, começam a fazer parte das preocupações mais imediatas dos administradores de redes, especialmente se as suas redes são de grandes dimensões, encontram-se em desenvolvimento permanente ou são um recurso crítico para o negócio.

É com o objectivo de responder a estas questões que a arquitectura aqui apresentada reformula a visão clássica, agente-gestor, relançando a importância da comunicação entre sistemas gestores, das aplicações autónomas de gestão e a modelarização do sistema de gestão em termos de agente, gestor, sistema de informação e consola de gestão.

3.3.1 Objecto Gerido

Tal como já referido no capítulo anterior, secção 2.1.1, o objecto gerido é a abstracção de um recurso a ser gerido. Este recurso pode ser de comunicação, processamento de dados,

serviço, utilizador ou outro, pode ainda ser físico ou lógico. Dada a dificuldade inerente da gestão em tratar os recursos geridos directamente, estes são representados através de uma MIB, a qual é manipulada por um agente que lhe está associado, quer para a actualização da informação de gestão, como na resposta a pedidos do sistema gestor. A capacidade de o agente poder influenciar o comportamento e o estado do recurso gerido é um aspecto que faz com que a gestão dos recursos seja um processo cada vez mais interactivo do que reactivo.

3.3.2 Sistema de Gestão de Redes

Este elemento já foi igualmente referido no capítulo anterior, secção 2.1.1. O sistema gestor de redes corresponde ao conjunto de software e hardware que tem por função a captação e processamento de informação de gestão. Tratando-se do elemento da arquitectura de gestão de redes mais complexo, este têm, na abordagem tradicional, toda a responsabilidade na implementação dos mecanismos de captação e processamento de informação, nomeadamente no que se refere ao reconhecimento dos objectos geridos e da implementação de todas as funções de gestão. Habitualmente incorpora as funções de comunicação com os objectos geridos bem como com a consola de gestão, capta, armazena informação, processa a informação, e implementa as funções de gestão, e tudo isto num ambiente fechado e monolítico.

Neste cada vez mais complexo ambiente, o sistema gestor incorporará todos os módulos necessários para o seu bom desempenho, mas a tendência deverá ser a de se libertar da grande responsabilidade de manter toda a informação de gestão que, apesar de ter necessidade dela ou a ter processado, não é fundamental para a sua actividade. Esta informação deverá ser colocada na rede para que possa ser partilhada e desta forma permitir que outros sistemas a possam utilizar.

Por outro lado, a necessidade do administrador da rede utilizar diversos sistemas de gestão obriga a que estes sistemas passem a libertar-se das consolas proprietárias e a fazer uso dos ambientes de acesso mais abertos e normalizados, como é por exemplo o recurso a browsers.

Assim, o sistema de gestão de redes deve ser o mais eficaz possível na sua actividade, delegando as actividades de gestão e armazenamento da informação de gestão da rede, bem como a de apresentação da informação ao administrador.

Apesar desta substancial alteração, que deverá resultar num "emagrecimento" do sistema de gestão, quer em termos de responsabilidades como de requisitos, este deve incluir um novo módulo, o de comunicação entre pares (sistema gestor - sistema gestor; sistema gestor - consola).

3.3.3 Protocolos de Gestão

Este elemento já referido no capítulo anterior, secção 2.1.3, foi visto como tendo por objectivo facilitar a troca de informação de gestão entre dispositivos de rede.

Na perspectiva aqui apresentada, teremos pelo menos dois níveis de comunicação de gestão a serem considerados, são eles a comunicação entre os sistemas gestor e os objectos geridos e a um outro nível a comunicação entre sistemas gestores ou entre sistemas gestores e consolas de gestão.

Quanto ao primeiro nível, o SNMP tem vindo a assumir as suas funções e a responder às necessidades dos sistemas de gestão.

Ao nível da comunicação entre pares e entre o sistema gestor e as consolas de gestão, habitualmente esta função é desempenhada em ambiente proprietário.

Neste modelo, a utilização de protocolos standard e a aceitação do ambiente de funcionamento internet como uma realidade incontornável faz com que o recurso aos protocolos já existentes ao nível da camada de aplicação seja uma mais valia para os sistemas de gestão de redes.

Protocolos como IMAP, SMTP, FTP, SMB, LDAP, entre outros, serão tidos em conta nesta nova arquitectura de gestão de redes. Estes protocolos, ao longo da descrição da arquitectura, serão referenciados e explicitadas as suas funções e vantagens.

3.3.4 Linguagens

A linguagem, definida para a comunicação entre os sistemas de gestão e os objectos geridos é o ASN.1 que, em conjunto com o SMI (Structure Management Information), permitem aos sistemas de gestão de redes e objectos geridos comunicarem entre si, e desta forma trocarem informação de gestão.

No que se refere à linguagem utilizada na comunicação entre sistemas gestores e entre estes e as consolas não existem normalizações, pelo que esta costuma ser proprietária.

A utilização do HTML e do XML como linguagens base na comunicação entre os sistemas de gestão de redes e entre estes e as consolas é algo que tem vindo a ser proposto e estudado há alguns anos [41] [42].

Pela aceitação e versatilidade que estas linguagens têm demonstrado levam-nos a acreditar que o futuro na gestão de redes também passará pela sua utilização, e que por este motivo estas mesmas linguagens passaram a ser utilizadas nesta arquitectura.

3.4 A Nova Arquitectura dos Sistemas de Gestão

É a necessidade de integrar e a de partilhar a informação de gestão a que esta nova arquitectura pretende dar resposta.

A comunicação num ambiente aberto e heterogéneo entre NMSs (sistemas de gestão de redes, que podem ser responsáveis por áreas equivalentes ou distintas, por exemplo gestão de nós, políticas, serviços de apoio, etc) é uma necessidade que, mais tarde ou mais cedo, após permitir uma integração efectiva, tenderá para a delegação e a coordenação de gestão, ou seja, a incorporar as funções de gestão de alto nível.

A modelização desta nova arquitectura é o primeiro passo para a sua compreensão.

3.4.1 A Macro-Arquitectura do Sistema de Gestão

Os sistemas de gestão de redes têm como objectivo gerir todo o ambiente da rede de comunicação. Este é composto por um vasto conjunto de dispositivos, serviços e recursos que fazem uso da rede por forma a atingirem os seus objectivos. A gestão de redes, por sua vez, com a função de monitorizar, avaliar, e operar sobre os elementos de rede, faz uso do mesmo ambiente. No entanto, para levar a cabo os seus objectivos a gestão de redes tem na sua composição um pequeno subconjunto de elementos, os quais também fazem parte integrante do ambiente de rede.

Tradicionalmente, o ambiente de gestão de redes é composto por objectos geridos e sistemas gestores (Figura - 3.1). Os objectos não geridos podem ser desconhecidos do sistema de gestão, ou conhecidos mas sem capacidade de interacção com os sistemas gestores.

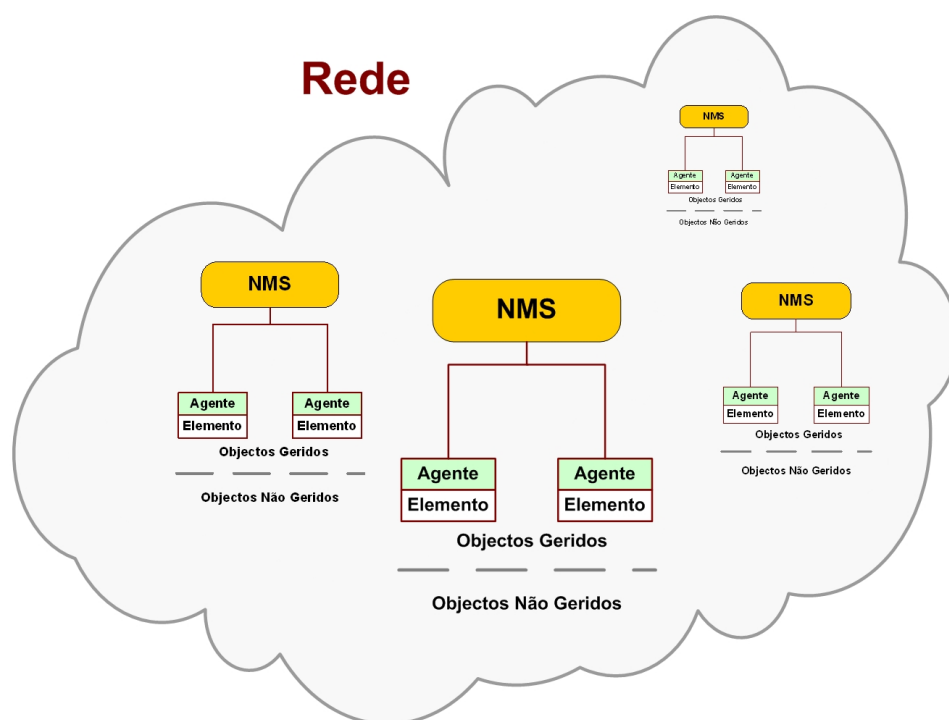


Figura 3.1: Ambiente de gestão tradicional

Os NMSs presentes num domínio de gestão de redes representa sistemas de gestão de redes que podem ser equivalentes ou complementares, como é o caso do "Node Manager" e o "Service Desk" da HP, ou o Optivity, ou o Tivoli.

Nesta nova abordagem, o ambiente de gestão de redes é composto por objectos geridos (MO - Agente/Elemento), monitores de objectos não geríveis (Agente-proxy), sistemas de gestão (NMS), sistemas de informação de gestão de redes (NMIS) e consolas de gestão

(Figura - 3.2).

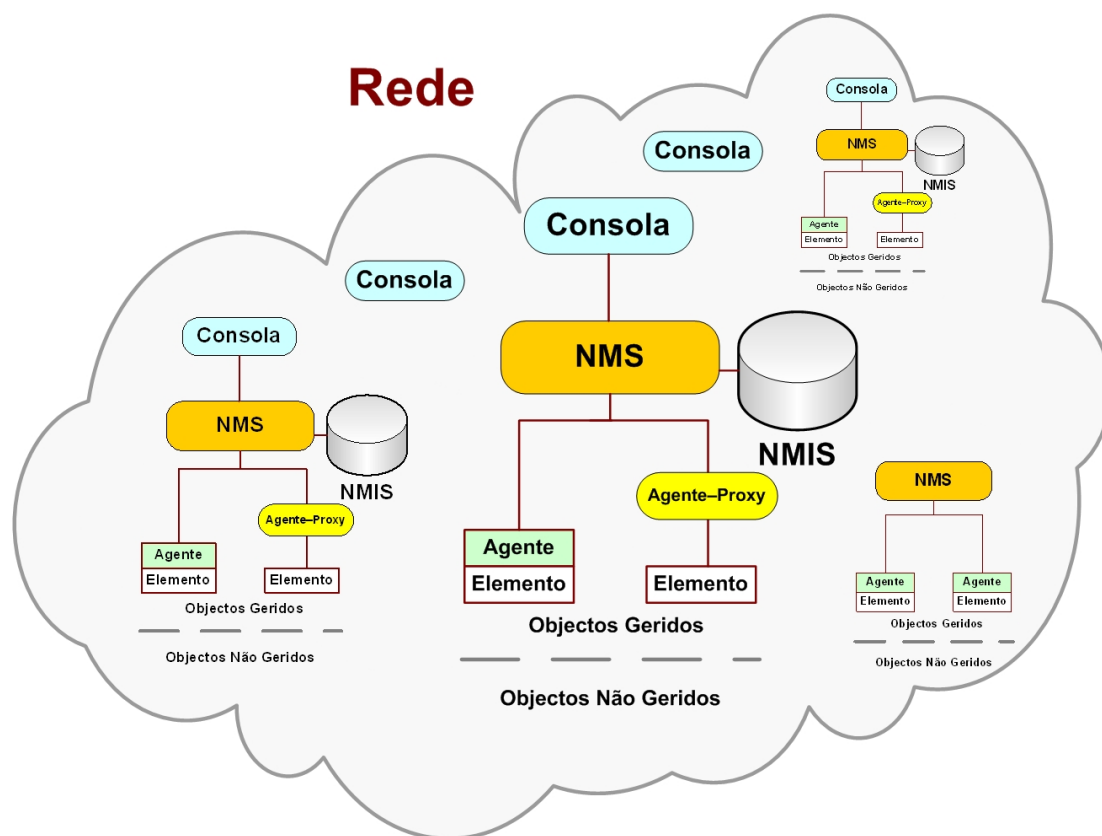


Figura 3.2: Ambiente de gestão - Nova abordagem

A independência da consola e a separação do repositório da informação de gestão do sistema de gestão de redes poderá dar-nos a ideia de uma maior dispersão e uma maior heterogeneidade do ambiente de gestão de redes.

De facto, não se trata tanto de dispersão mas mais de distribuição, o que se poderá traduzir numa maior flexibilidade e robustez a falhas dos sistemas. A necessidade de integrar e de delegar são duas das funções que implicitamente os sistemas de gestão de redes passarão a lidar em permanência e a ter que fazê-lo com eficiência.

A evolução do sistema tradicional, monolítico, passa assim pela distribuição, delegação e integração dos módulos num ambiente onde a integração vertical e horizontal devem e têm que coexistir (Figura - 3.3).

No que se refere à comunicação vertical, a independência da consola face ao sistema gestor é a alteração mais significativa relativamente ao sistema tradicional.

A comunicação horizontal, ou melhor, entre pares de sistemas gestores, de uma forma aberta e transparente é a grande proposta desta arquitectura, onde a separação do sistema de informação do sistema gestor é um importante passo.

Dado não existir ainda nenhuma normalização quanto à comunicação de gestão, a este nível, é proposto neste modelo a utilização dos protocolos normalizados e mais utilizados no âmbito da internet. Afinal, a gestão, ou melhor, a comunicação em ambiente de gestão é equivalente à das outras actividades, utiliza o mesmo meio, pelo que os protocolos existentes podem perfeitamente servir de base à actividade de comunicação de gestão entre sistemas gestores e entre estes e as consolas de gestão.

Desta forma, a comunicação em ambiente de gestão passa a ser suportada a dois níveis, como já foi referido na secção 3.1.

A comunicação agente-gestor, fazendo uso do SNMP e todos os seus mecanismos, já utilizados e testados.

A comunicação entre gestores e entre estes e consolas, através de protocolos de comunicação normalizados para a internet, nomeadamente o HTTP, IMAP e SMTP. Existem já alguns desenvolvimentos feitos a este nível, mas o mercado ainda encontra-se reticente, não tendo sido até à data assumido qualquer tipo de normalização.

O que se propõe aqui é a alteração da actual arquitectura dos sistemas de gestão, já apresentada no capítulo 2, secção 2.3.3, por forma a, por um lado, manter o que é bom dos sistemas actuais, comunicação do agente-gestor e os serviços de gestão, e por outro, a normalizar e autonomizar o sistema de informação de gestão de redes que vai além do objecto gerido (tratado pelo SNMP e com o recurso à MIB), bem como criar um nível de comunicação de gestão entre sistemas gestores e entre estes e as consolas (Figura - 3.5).

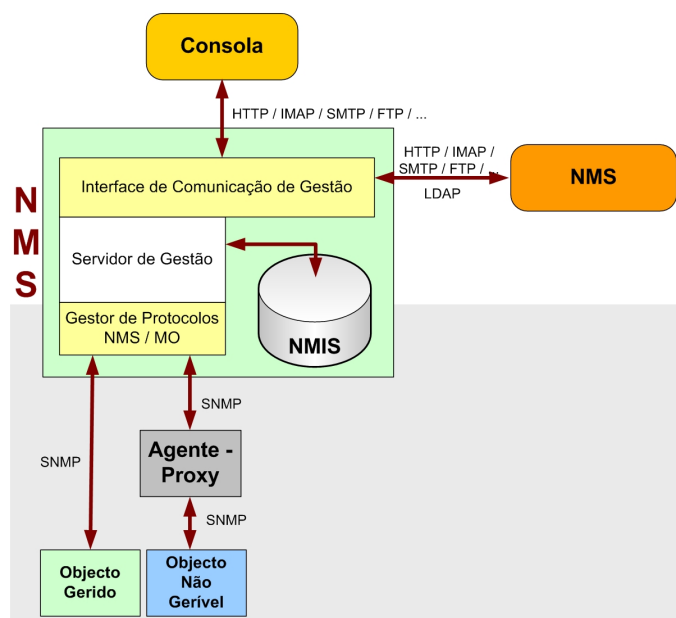


Figura 3.5: Arquitectura do sistema de gestão de redes no ambiente de gestão

Nesta arquitectura, o NMS é constituído por um módulo de gestão de comunicação entre o sistema gestor e os agentes (Gestor de Protocolos NMS/MO). O coração do NMS

é o servidor de gestão, o qual contém todo o "know-how" da gestão de redes e coloca-o em prática na gestão da rede. A informação de gestão deverá ser armazenada num sistema de informação flexível e versátil, tema que será abordado num dos tópicos seguintes. E por fim, o NMS necessita uma interface de comunicação de gestão que possibilite comunicar com as consolas e outros NMSs de uma forma o mais aberta possível e normalizada para o ambiente em que se desenvolve a gestão.

Nunca é demais salientar que a existência de vários NMSs num domínio de gestão tem normalmente como função a complementariedade, ou seja, executarem efectivamente as funções de "core" e desta forma poder contar-se no auxílio à gestão da rede sistemas gestores de elementos de rede, de utilizadores, de serviços, de políticas, etc.

3.4.3 As Linguagens de Gestão de Redes

Ao nível da comunicação agente-sistema gestor, os sistemas de gestão tradicionais já executam as suas tarefas de uma forma eficaz. Apesar de algumas críticas ao SNMP, à utilização do ASN.1 e SMI no ambiente de gestão, este ainda é, e tudo indica que o seja por muito tempo, o protocolo e linguagem de gestão utilizada ao nível da comunicação entre agente e sistema gestor.

Nesta área, alterações poderão e irão ocorrer em termos de aperfeiçoamento até que um dia apareça um novo standard que o suplante.

Quanto à comunicação entre sistemas gestores, e entre estes e consolas, será necessário repensá-la e defini-la, pois a realidade actual não contempla estas necessidades emergentes, visto o desenvolvimento se basear na comunicação interna e de uma forma proprietária. A este nível quase tudo está por definir, a WBEM é um passo importante, especialmente na separação da consola de gestão do sistema de gestão. A DMTF, tinha como objectivo, no âmbito do desenvolvimento do WBEM, o uso do protocolo HTTP para transporte da informação dos objectos geridos, o que levou à especificação do CIM/XML [43].

Para a comunicação entre sistemas gestores e entre estes e as consolas, a linguagem proposta assenta igualmente no HTML, com especial interesse no XML, pela sua versatilidade na representação e transporte de informação [42] [44].

A linguagem XML, como subconjunto da linguagem SGML (Standardized Generalized Markup Language), é usada para a representação de dados. Por exemplo a informação de gestão em formato texto. Uma das vantagens do XML prende-se com a possibilidade de, opcionalmente, incorporar-se a própria gramática em anexo, permitindo assim enviar dados e a estrutura dos dados utilizada. A gramática para um documento XML é descrita através do mecanismo conhecido como DTD (Document Type Definition) que é responsável por descrever os elementos num documento XML. Para que a informação de gestão possa utilizar convenientemente o XML é necessário definir um vocabulário e DTDs.

Os documentos XML contêm informação, cuja forma de captar ou de a mostrar pode ser alcançada com o uso de documentos XSL (Extensible Style Language). Assim, um documento XML associado a um XSL pode ser utilizado para a apresentação e representação

gráfica da informação contida no documento.

A definição de DTDs, conjuntamente com as capacidades do XSL, fornecem uma poderosa forma de comunicar informação de gestão em ambientes heterogéneos, utilizando o HTTP. Este será um aspecto que terá que ser detalhado em trabalhos futuros com o objectivo de estabelecer o mecanismo concreto de comunicação entre os sistemas gestores e estes e as consolas, nomeadamente quanto ao tipo e à estrutura da informação.

3.4.4 O Sistema de Informação de Gestão de Redes

A par do ambiente de comunicação, com os seus protocolos e linguagens, a localização e a forma como a informação de gestão é armazenada e acessível é de importância cada vez mais crítica. Por este motivo, não só é importante separar a consola do sistema de gestão e torná-la independente, como também é fundamental que a informação de gestão esteja acessível na rede e não, como é actualmente, propriedade do sistema de gestão.

Assim, quando pensado, o sistema de informação de gestão de redes deve conter um vasto conjunto de informação que, no que diz respeito à gestão de elementos na rede, pode ser agrupada da seguinte forma:

- Informação dos Elementos de Rede - Informação que deve caracterizar cada um dos elementos de rede susceptíveis de serem geridos, ou pelo menos monitoráveis. Estes elementos podem ser físicos ou lógicos, são passíveis de serem utilizados (instanciados) nesta, ou em qualquer outra rede, pelo que esta informação deverá ser universal;
- Informação dos Objectos da Rede (Instanciação dos Elementos de Rede) - Informação sobre cada objecto gerido da rede, necessária para identificar o objecto em causa, a sua localização, quer geográfica como topológica, e saber o seu estado;
- Informação da Topologia - Informação sobre a forma como cada elemento se interliga na rede, suas dependências, estados e forma de acesso;
- Informação de Eventos - Informação sobre as ocorrências na rede, esta informação pode ser obtida directamente a partir dos objectos geridos, ou através de serviços de correlações de eventos;
- Informação do Domínio de Gestão - Informação sobre o domínio de gestão, sistemas gestores, interacções entre eles e relações com outros domínios.

Parte desta informação tem interesse exclusivo para a gestão no domínio (intra-domínio), outra parte para a gestão inter-domínios.

Quando inserido num domínio de rede, o administrador tem necessidade de conhecer como a rede está estruturada, quais são os elementos que a constituem, o seu estado e como podem ser utilizados.

Esta informação é relevante para a gestão e manutenção da rede, mas também para a disponibilização de serviços, o controlo de segurança, a gestão de utilizadores, etc.

De uma forma equivalente, a informação de utilizadores, de serviços, de políticas, etc, é relevante para a gestão de elementos. A título de exemplo, são os utilizadores que acedem aos elementos para serem utilizados e configurados, por outro lado, os serviços são implementados com base na disponibilidade de determinados elementos na rede os quais, têm que ser configurados de acordo com um conjunto de políticas, etc.

Assim, por forma a ir ao encontro dos objectivos de gestão de redes é necessário obter e tratar este conjunto de informação, que pela sua especificidade e importância deve ser devidamente organizada e acessível aos sistemas gestores do domínio em questão. Esta informação pode ser tratada de acordo com a sua volatilidade, dinâmica ou estática.

É neste contexto, que surge a importância de definir a informação de gestão da rede e de como esta deve estar organizada e disponível na rede, não só no contexto de gestão dos elementos de rede mas também no dos serviços, políticas, sistemas, utilizadores, negócio, etc.

3.4.4.1 Barramento de Informação de Gestão de Redes

O conceito de barramento de informação de gestão de redes (Net MIBus - Network Management Information Bus), aqui apresentado, tem por objectivo funcionar como plataforma de comunicação comum, por forma a possibilitar a comunicação transparente e normalizada entre dois ou mais sistemas gestores pertencentes ao mesmo domínio de gestão.

A informação a trocar através deste barramento é informação cuja relevância para a gestão é elevada e com uma validade temporal relativamente grande, como seja toda a informação de identificação dos objectos geridos existentes no domínio de gestão da rede, a topologia da rede, os utilizadores, os sistemas e toda a estrutura de meta-informação associada à gestão em tempo real, como seja a forma de aceder aos eventos, alarmes, status, etc (Figura - 3.6).

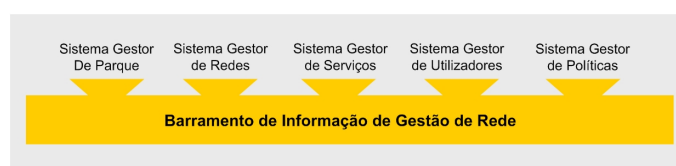


Figura 3.6: O barramento de informação de gestão de redes

A informação de gestão do parque (Park management), da rede (Network management), de serviços (Services management), de utilizadores (User management), políticas (Policies management) são exemplos de informação que embora trabalhada por aplicações de gestão distintas, poderão partilhar a informação através deste barramento e assim, evitar a repetição de tarefas.

Para a implementação deste conceito foram avaliadas as tecnologias existentes, e o recurso aos sistemas de directórios para suportar este conceito foi o elegido, pela sua estrutura, versatilidade e aceitação no mercado.

Assim, o recurso aos sistemas de directórios e a utilização do LDAP para o armazenamento e acesso à informação de gestão da rede, nomeadamente no que diz respeito à identificação dos recursos existentes na rede, a forma de lhes aceder, quer para monitorização, como para manutenção e configuração, foi a opção tomada.

A simplicidade de representação da informação de gestão em linhas de texto e a possibilidade de representação de árvores de informação é a base do sistema de informação de rede neste contexto. É desta forma possível identificar uma árvore de directórios para suportar a estrutura do barramento de informação de gestão da rede (Figura - 3.7).

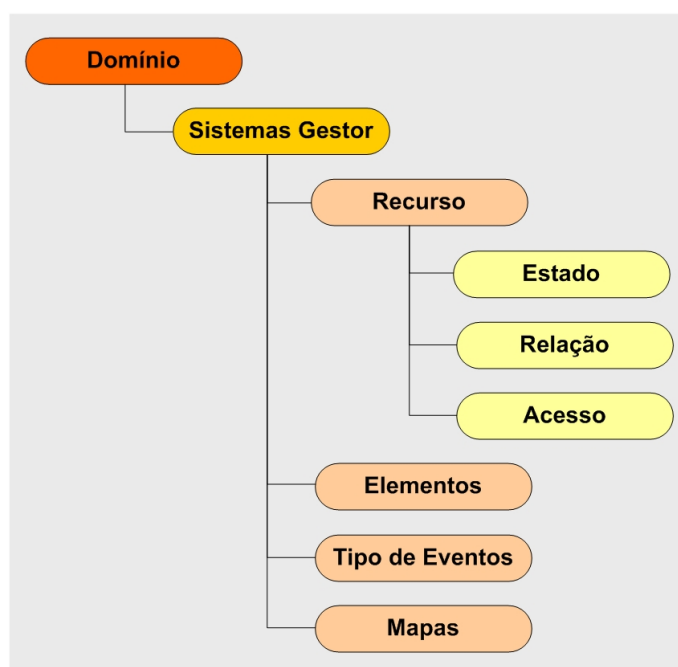


Figura 3.7: Árvore de directórios do barramento de informação de gestão de rede - Net MIBus

A estrutura base para a árvore de informação de gestão de rede tem duas vertentes de utilização: a utilização intra-domínio, cuja informação é integralmente partilhada e disponível aos sistemas gestores e a utilização inter-domínio, cuja informação partilhada não diz respeito ao conteúdo do domínio num primeiro nível, mas sim aos sistemas gestores disponíveis e como estes podem ser contactados para funções de gestão inter-domínios.

Da árvore apresentada, a informação do Domínio e dos Sistemas Gestores é de carácter público, enquanto a restante informação, e que se encontra dependente dos sistemas gestores é de carácter privado do domínio.

A informação contida assim no sistema de directórios que contém a informação de

gestão de rede do domínio é fundamentalmente estática ou meta-informação de gestão de redes. Esta informação diz respeito a toda a informação de carácter mais permanente que identifica e caracteriza todo ambiente do domínio da rede. São exemplo deste tipo de informação a caracterização dos elementos e a topologia de rede. Como exemplo de meta-informação tem-se a definição da localização da informação sobre os eventos, do estado dos objectos geridos (as instâncias dos elementos de rede existentes no domínio), a localização das MIBs, etc.

Esta é normalmente informação de longa duração, a qual é consultada com bastante frequência, mas que está sujeita a poucas alterações, e é assim estruturada e armazenada em sistema de directórios, daí a necessidade de recorrer ao LDAP.

Tendo acesso a esta informação de gestão de rede, existe ainda uma vasta franja de informação que fica fora desta estrutura, como por exemplo, os eventos, alarmes e outros, que ocorrem com uma regularidade bastante elevada e que apesar da sua grande importância para a gestão, têm um valor de oportunidade bastante limitado no tempo. Esta informação, dinâmica, a qual tem uma importância mais relativa e que se desvanece no tempo, é proposta permanecer na base de dados interna da aplicação. A forma de aceder-lhe do exterior, esta informação deve ser colocada à disposição, por exemplo através da colocação da mesma acessível via IMAP. Assim, a meta-informação para o acesso efectivo a esta informação deverá encontrar-se no sistema de directórios, e cujo caminho deve ser introduzido em formato XML e acessível por exemplo via IMAP.

3.5 O Novo Modelo do Sistema de Gestão

A arquitectura do sistema de gestão, que se encontra representado na Figura - 2.15 para um sistema tradicional, passará assim a ser modelizado de acordo com a Figura - 3.8 que representa a nova arquitectura para o sistema de gestão.

Esta arquitectura tem a vantagem de poder reutilizar grande parte, se não a totalidade, do "know-How" e de todo o desenvolvimento efectuado até agora, desta forma, permite aos NMSs alargar o horizonte operacional às funções de alto nível.

Nesta nova arquitectura do sistema de gestão de redes encontram-se os habituais módulos na camada de servidor. A comunicação com os agentes continua a processar-se no ambiente tradicional, com base no SNMP.

A camada de gestor, por seu lado, é dividida em duas: A camada de gestor e a camada de interface gráfico de gestão.

Esta última, resulta da definitiva separação das funções de consola do sistema gestor e deverá funcionar de uma forma aberta e com base em protocolos normalizados para a Internet.

A camada de gestor passa por sua vez a contemplar uma interface de comunicação de gestão de redes que será responsável por efectuar a comunicação entre o sistema gestor e a consola, bem como com outros sistemas gestores, tendo por base protocolos de comunicação normalizados e a funcionar no ambiente da Internet.

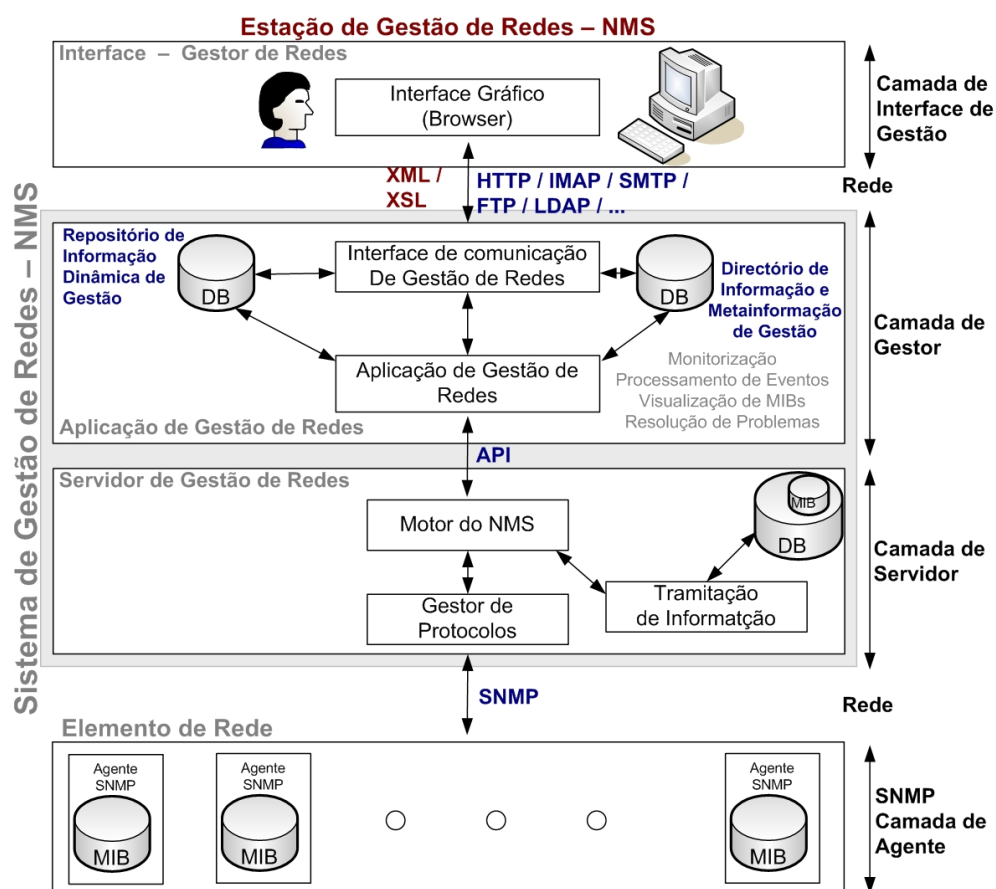


Figura 3.8: A nova estrutura do sistema de gestão de redes

A colocação da informação de gestão de rede neste módulo vai permitir que, através de simples procedimentos de comunicação entre sistemas gestores ou de pedidos via consola, seja mais rápido e eficaz o acesso à informação. A separação entre informação estática e informação dinâmica é de extrema importância para o desenho e utilização dos mecanismos de armazenamento e consulta da mesma.

A figura seguinte (Figura - 3.9) apresenta, de uma forma gráfica, a passagem do arquitectura do sistema de gestão tradicional para a nova arquitectura, onde é realçado o aspecto dos repositórios de informação de gestão de rede e as múltiplas interfaces de comunicação possíveis.

Assim, o sistema gestor deverá dispor de um conjunto de interfaces para a utilização dos protocolos de comunicação mais utilizados, tais como HTTP, IMAP, SMTP, FTP, LDAP, SMB, etc. Sobre estes, com o recurso à linguagem XML/XSL, é possível comunicar de uma forma semelhante, tanto com a consola, como com outros sistemas gestores e desta forma partilhar ou monitorizar a informação de gestão dos recursos geridos.

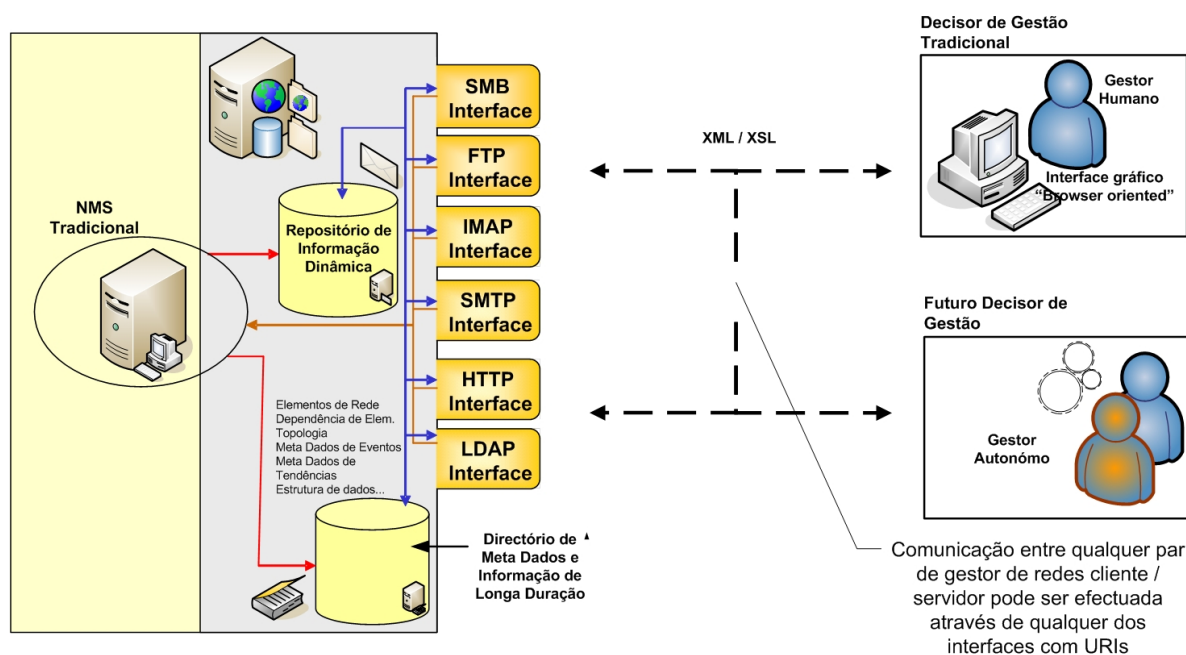


Figura 3.9: Da arquitectura tradicional à nova arquitectura

3.5.1 Directório de Informação de Gestão do Domínio Gerido

Um dos aspectos mais relevantes para a gestão de redes em domínios com múltiplos sistemas gestores ou para a gestão inter-domínios prende-se com a localização da informação e de como lhe aceder.

Assim, é importante ter à disposição na rede a informação de gestão mais relevante, por forma a que em qualquer altura seja possível efectuar as tarefas de gestão necessárias.

A transformação do modelo do sistema de gestão, por si só não implementa esta funcionalidade. O modelo possibilita o recurso ao sistema gestor e à informação de gestão da sua responsabilidade de uma maneira mais normalizada e aberta, mas não indica qual é a informação que dispõe nem como o domínio é gerido.

É para colmatar esta falha que o conceito de barramento de informação de gestão é introduzido. Assim surge um novo elemento, o directório de informação de gestão do domínio (NMID) (Figura - 3.10) baseado em LDAP [45] [46] [47]. Este elemento deve estar presente em todos os domínios geridos, um por domínio e pode ser referenciado a partir do DNS.

Com a responsabilidade de implementar o barramento de informação de gestão da rede, este elemento tem por função dispor de toda a informação sobre os sistemas gestores presentes no domínio, e no que à rede propriamente dita diz respeito, dispor da informação sobre os elementos de rede, objectos de rede (instâncias de elementos de rede existentes

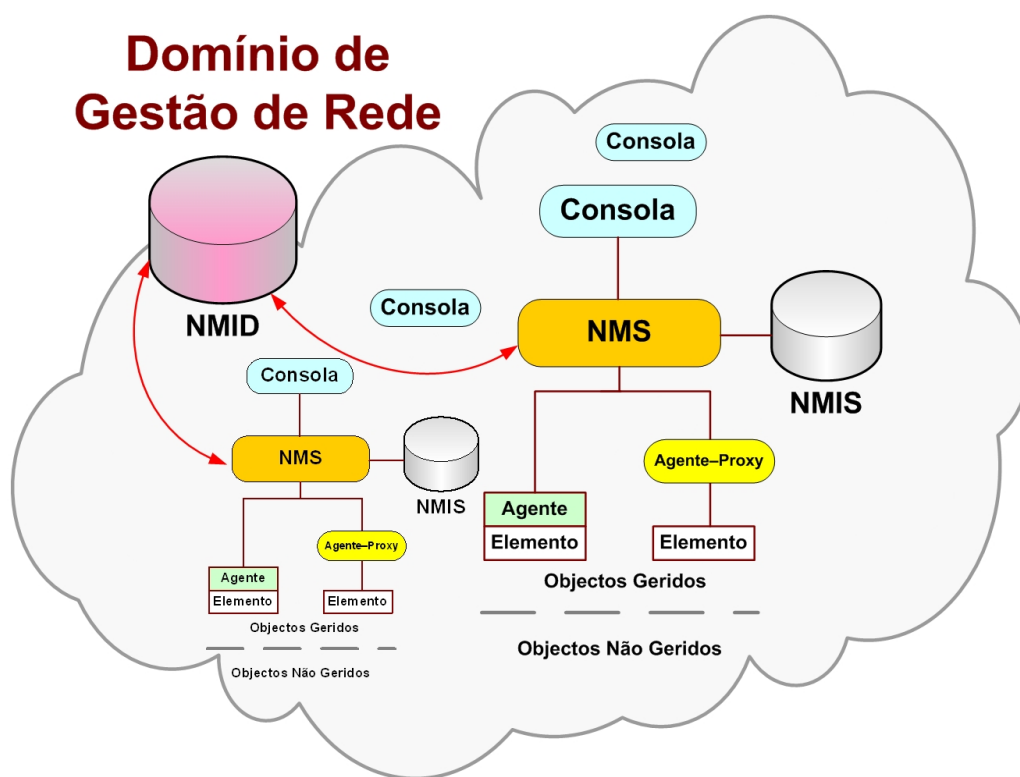


Figura 3.10: Ambiente de gestão de redes com a nova arquitectura

no domínio), mapas, topologia e informação no âmbito de intercâmbio entre domínios de gestão.

Desta forma os sistemas gestores não necessitarão guardar toda a informação no seu interior, e podem assim partilhar informação de gestão, que por outros meios seria muito complicado.

Por outro lado, a rede passa a ter um local onde é possível ter informação sobre os sistemas gestores existentes no domínio, o que eles fazem, onde e como é possível aceder-lhes, bem como informação sobre os elementos mais relevantes e partilháveis de cada um.

Este elemento além de facilitar a melhorar a gestão dentro do domínio de gestão, tem também como função a gestão inter-domínios, possibilitando assim a gestão partilhada de recursos e sua monitorização.

3.6 Conclusão

Partindo da análise da estrutura dos sistemas de gestão tradicionais e tendo presente as necessidades que se têm levantado ao nível das funções de gestão de alto nível foi objectivo neste capítulo a apresentação de um novo modelo para os sistemas de gestão de redes

que, por um lado, satisfizesse as novas necessidades, e por outro, fizesse jus à máxima da reutilidade.

Assim, a modelização com base nos novos requisitos e com a análise das tendências e normas existentes no mercado teve como resultado uma nova estrutura para os sistemas de gestão de redes, que quer construindo de raiz, quer adaptando os sistemas já existentes trará à gestão de redes um conjunto de funcionalidades e de mais valias que de outra forma dificilmente serão conseguidas.

É a capacidade de comunicar entre sistemas gestores, a autonomização da consola de gestão face ao sistema gestor e a possibilidade de aceder à informação de gestão na rede, com base em protocolos standard, que fará deste modelo um dos muitos caminhos possíveis para permitir aos sistemas de gestão de redes subir nas funções de gestão de redes de alto nível.

Esta nova arquitectura para os sistemas de gestão de redes pretende, por um lado, possibilitar uma gestão mais distribuída, por outro que a informação de gestão da rede esteja disponível na rede, directamente se for informação estática, ou através de meta-informação se for mais dinâmica ou dependente do sistema gestor que a manipula.

O recurso aos standards já existentes na Internet para a comunicação de aplicações, à utilização do XML/XSL como linguagem e à utilização do sistema de directórios como suporte à informação de gestão de rede do domínio de gestão são os factores que, em conjunto, permitirão a este modelo incorporar valor acrescentado aos actuais e tradicionais sistemas de gestão.

A utilização do conceito de barramento de informação de gestão de redes e do directório de informação de gestão é a base para permitir aos sistemas de gestão, sejam eles quais forem, comunicarem, interagirem, partilharem e delegarem funções.

Capítulo 4

Cenários

O objectivo deste capítulo é apresentar, através de cenários reais de gestão, as virtudes e limitações do modelo desenvolvido.

A forma de administração em ambientes de gestão de redes, a gestão dentro de um domínio e entre domínios são efectivamente quase a totalidade das situações de gestão a que um sistema de gestão de redes deverá diariamente dar resposta.

Neste contexto em que se tem vindo a apresentar a nova arquitectura de gestão e dos sistemas de gestão de redes, NMS significa um sistema de gestão de redes, que não é obrigatoriamente e exclusivamente gestor de elementos de rede. No mercado encontra-se um vasto conjunto de exemplos de sistemas de gestão de redes que se concentram na gestão de infra-estruturas, serviços, utilizadores, políticas, etc.

4.1 A Administração de Sistemas de Gestão de Redes

A gestão de redes é actualmente desenvolvida com base na observação e monitorização. Para este efeito, o administrador ou operador, pode contar com sistemas de gestão de redes, os quais, quando implementados podem ser acedidos através de uma ou mais consolas de gestão.

Uma das principais limitações que os administradores encontram nos sistemas tradicionais é a sua dependência das consolas proprietárias e a difícil mobilidade destas. Desenvolvidas com base no conceito cliente-servidor e em ambiente proprietário, as consolas tornam o ambiente de gestão rígido, limitando desta forma a mobilidade dos recursos humanos. Por outro lado, a especificidade de cada sistema gestor, acessível através de consola proprietária, exige formação específica e especializada aos recursos humanos que o operam (Figura - 4.1).

O separação da consola do sistema gestor e o recurso a um ambiente gráfico conhecido, através de consolas "browser oriented" vem permitir aos administradores, ou operadores, homogeneizar os procedimentos e a forma de utilização da informação de gestão, possibilitar a utilização da mesma consola para monitorar e operar múltiplos sistemas gestores e, muito importante, aumentar a mobilidade dos operadores de gestão, possibilitando a estes

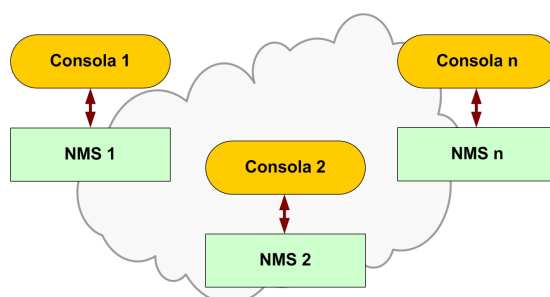


Figura 4.1: Ambiente de gestão tradicional com múltiplos NMSs num domínio

efectuar a gestão com o recurso a múltiplos sistemas gestores e uma única consola, e desta forma efectuar as reconhecidas economias de escala (Figura - 4.2).

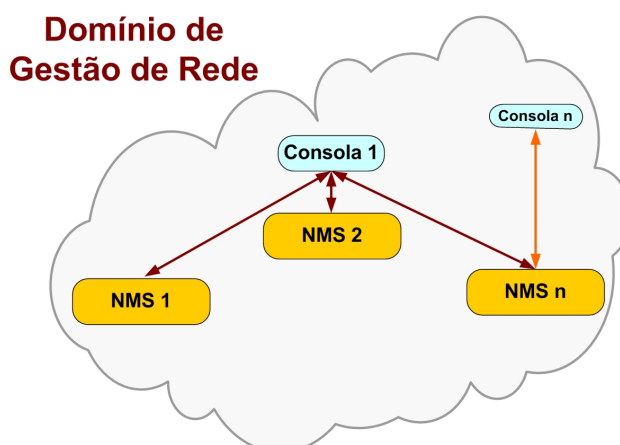


Figura 4.2: Novo ambiente de gestão tradicional com múltiplos NMSs num domínio

Por outro lado, a capacidade de comunicar com o sistema gestor, através de várias interfaces e com o recurso a vários dos protocolos de internet já existentes, coloca à disposição do operador a escolha da consola que mais se lhe adequa no momento. Pode assim a consola ser um browser de um computador, um telefone móvel, PDA, ou outro (Figura - 4.3).

As grandes vantagens desta arquitectura quanto à forma de administrar assentam fundamentalmente na independência da consola face ao sistema gestor.

A separação do módulo de gestão do módulo de apresentação e a utilização dos protocolos normalizados na internet para comunicação entre estes dois módulos são outros factores que permitem a consola ir além dos limites do domínio de gestão. Desta forma, a dependência física do operador ou administrador do sistema gestor face à consola, ou melhor, face à localização da consola aumenta a flexibilidade do sistema.

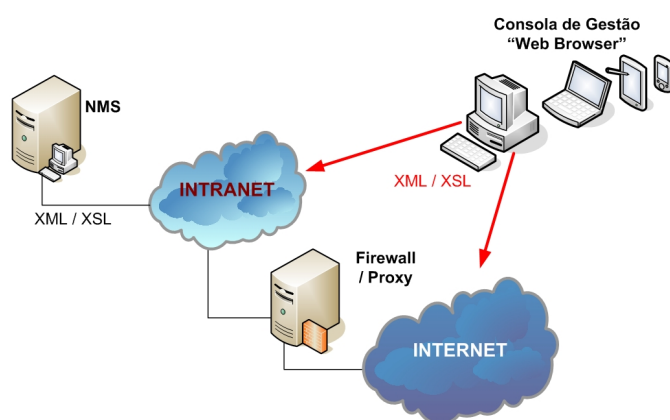


Figura 4.3: A mobilidade no novo ambiente de gestão

O recurso a consolas "browser oriented" é uma mais valia que se repercute em vários aspectos da operação dos sistemas gestores. A consola pode assim ser implementada em vários dispositivos, para o efeito só necessita que este disponha de um browser. Em consequência desta funcionalidade, o operador ou administrador adquire uma quase total e permanente mobilidade. Também como resultado, o operador ou administrador poderá utilizar o mesmo dispositivo para operar em vários sistemas gestores, conseguindo-se assim um conjunto de economias de escala, que vai desde a capacidade de otimizar recursos humanos (quer no aspecto de mobilidade, como na gestão de múltiplos domínios, passando pela otimização da formação), da quantidade de equipamentos com consolas de gestão necessárias, de espaço físico, etc.

A utilização do XML como linguagem de comunicação, permite separar a informação de gestão da sua apresentação e do dispositivo que implementa a consola. Esta característica aporta a esta arquitectura uma outra mais valia, a capacidade de com a informação disponível, poder observá-la de acordo com o seu padrão de apresentação definido e com o dispositivo disponível. Assim, informação gerada por um sistema gestor da IBM poderá ser visualizada segundo o padrão da HP, ou vice-versa. A mesma informação poderá ser visualizada num computador, PDA ou mesmo telemóvel. É com esta capacidade, a independência da informação, da forma de apresentação, que a utilização do XML incorpora mais valias nesta arquitectura de gestão de redes.

Uma outra mais valia, não menos importante que as anteriores, é o facto de através da utilização do XML e XSL ser possível permitir que quer humanos como agentes autónomos possam utilizar a mesma informação. Se a informação for utilizada por um operador, através de uma consola, este associa o XML ou XSL respectivo e consegue assim observar de uma forma gráfica, por exemplo, e analisar assim a informação. Se for uma aplicação autónoma a fazer uso da mesma informação, utiliza unicamente a informação transportada em XML e encontra-se assim em condições de executar os procedimentos que achar mais apropriados sobre ela.

Assim, o facto de o sistema gestor fazer recurso a protocolos da Internet, possibilita a utilização de uma grande variedade de terminais para gestão, desde que seja "browser oriented" ou "URI (Uniform Resource Identifier) based". E, a possibilidade de leitura da mesma informação, quer por humanos (administradores e operadores de redes), quer por aplicações autónomas, permite evoluir no sentido de uma maior automatização e supervisão humana.

Desvantagens?

É evidente que atrás de uma vantagem é sempre possível encontrar uma desvantagem, por exemplo, a segurança. Mas seguro seguro só mesmo funcionar com os sistemas isolados.

Na realidade, face ao que se pretende e fazendo o balanço, a separação da consola do sistema gestor e a utilização das interfaces normalizadas de comunicação usados na Internet faz com que o sistema gestor se torne mais flexível, fácil de implementar e mesmo de operar. Os aspectos mais críticos que se poderão encontrar têm a ver simplesmente com o facto de se utilizar para ambiente de comunicação de gestão o mesmo do que se está a gerir, mas este é o ambiente Internet, um mesmo meio para os vários fins.

4.2 A Gestão Intra-Domínio

Auxiliar a gestão de redes num domínio é o principal objectivo dos sistemas de gestão de redes. A gestão de redes abarca uma área do conhecimento muito vasta. Devido à diversidade de produtos e serviços disponíveis é difícil integrá-los a todos e geri-los a partir de um único sistema de gestão.

Este é um dos factores pelos quais num ambiente de gestão é frequente coexistirem vários sistemas gestores, quer pela necessidade de gerir elementos de redes específicos e que pela sua heterogeneidade só alguns sistemas gestores o são capazes de fazer, quer para a complementaridade de funções de gestão.

Não é por isso fora do normal encontrar administradores do domínio, ou operadores, envolvidos de múltiplas consolas de gestão (Figura - 4.4), pois a observação e análise dos diversos objectos da rede é importante para poderem agir em conformidade e desta forma garantir o melhor funcionamento da rede no domínio da sua responsabilidade.

Assim, se por um lado o problema da administração de um domínio de rede com o recurso a múltiplos sistemas gestores tem a ver com a utilização de múltiplas consolas, o qual poderá ser obviada nesta nova arquitectura do sistema de gestão como exemplificado no tópico anterior, por outro lado, o administrador ou operador, tem o problema de a informação de gestão estar dispersa pelos múltiplos sistemas gestores e ter que ser ele próprio a efectuar todo o trabalho de análise, comparação e verificação da informação de gestão em cada um dos sistemas gestores por forma a inferir as acções a serem tomadas.

É por isso frequente que os vários sistemas gestores de redes do domínio não se comuniquem, não permitindo desta forma efectuar uma análise do domínio de gestão da rede numa perspectiva global e integrada.

A capacidade de integrar a informação dispersa na rede e analisá-la num único sistema

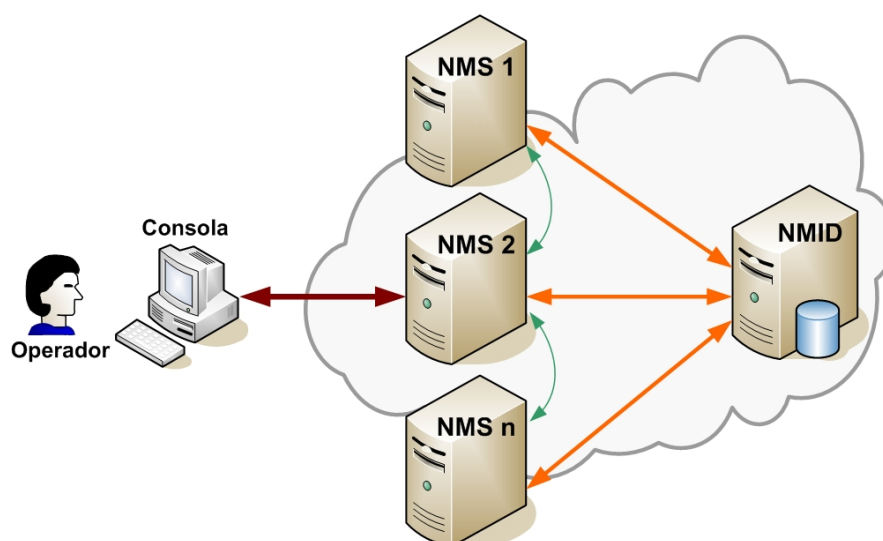


Figura 4.5: A gestão multi-sistema na nova arquitectura

que o gere, vem permitir uma nova abordagem da gestão em que a integração de sistemas, delegação e cooperação se assumem como funcionalidades básicas desta nova geração de sistemas de gestão de redes.

Desta forma, o domínio de gestão de rede pode ser observado e analisado de uma forma integrada, o que possibilita a obtenção de uma visão global e homogénea do domínio, independentemente do sistema gestor que gere os elementos.

Além desta enorme vantagem, esta arquitectura permite que os operadores dos sistemas gestores não necessitem ser especialistas na manipulação de todos os sistemas que se encontram implementados no domínio. A comunicação entre os sistemas gestores, vem possibilitar assim que as acções de gestão possam ser iniciadas num sistema gestor e posteriormente delegadas no sistema gestor que melhor as possa desempenhar.

4.3 A Gestão Inter-Domínio

O crescimento das dimensões das redes e da sua dispersão geográfica são dois factores que têm impulsionado a investigação e o desenvolvimento da gestão inter-domínios moderna. Apesar da evolução e dos desenvolvimentos efectuados nos sistemas de gestão de redes actuais, estes ainda não permitem a gestão inter-domínios de uma forma dinâmica e em tempo real. O investimento efectuado pelos construtores na partilha de dados de gestão tem sido realizado numa perspectiva de exportação dos dados, ou de acesso à base de dados interna através do uso de API's.

Esta postura, embora importante para a partilha esporádica de informação estática ou para a interligação permanentes entre sistemas gestores, não satisfaz as necessidades de informação de gestão de redes na perspectiva de gestão dinâmica inter-domínios.

Assim, a capacidade de comunicação entre sistemas gestores tendo como suporte os protocolos standard Internet abre precedentes para que estes façam uso da Internet como meio efectivo de comunicação de gestão.

O que acontece quando uma empresa dispõe de dois domínios de gestão que podem estar geograficamente separados?

Normalmente, necessitará de dispor de pelo menos dois sistemas de gestão de redes, cada um localizado em seu domínio.

E como podem ser geridos esses domínios?

Habitualmente tendo um operador em cada domínio com essa responsabilidade.

E, como é feita a partilha de recursos de rede entre os domínios?

O que se passa quando um elemento de rede pertencente a um domínio é colocado a funcionar no outro domínio?

Como é possível um recurso que tem determinadas permissões num domínio manter essas minhas mesmas permissões se deslocado para outro?

Estas, são algumas das perguntas que podem ter resposta, desde que os sistemas gestores utilizados comuniquem entre si e partilhem a informação de gestão de uma forma dinâmica e em tempo real.

A figura - 4.6 pretende dar uma ideia de como se procede e inicia a gestão inter-domínio.

Para que um sistema gestor de rede (NMS A) possa interagir com outro, presente noutro domínio de gestão de rede (NMS B), o primeiro precisa saber como comunicar com o segundo. Para este efeito o primeiro (NMS A) consulta o sistema de informação de rede do domínio em que se encontra (NMID A) (1). Este por sua vez, já conhece o NMID do domínio com o qual se quer comunicar (NMID B), ou desconhecendo-o, consulta o DNS (2) que o informa da sua localização (3). Este NMID, guarda a informação da localização do NMID B e informa o NMS A da sua localização (4). Sabendo o domínio do NMS com o qual quer comunicar (NMS B) questiona o NMID do domínio correspondente (NMID B) se pode comunicar com o NMS desse domínio (NMS B) (5). Este (NMID B), por sua vez, interroga o NMS correspondente (NMS B) se o sistema gestor chamador (NMS A) pode e como deve comunicar com ele (6). O NMS (NMS B) responde ao seu NMID (NMID B) (7), o qual responde por sua vez ao NMS do sistema gestor chamador (NMS A) (8). Com o conhecimento da intenção de interacção entre os dois NMSs, o sistema gestor chamador (NMS A) inicia a sua interacção com o sistema destinatário (NMS B) (9) que por sua vez responde (10).

Terminado o processo de estabelecimento de comunicação, e acordando os parâmetros da mesma, os dois sistemas interagem, e os respectivos NMIDs guardam a informação mais

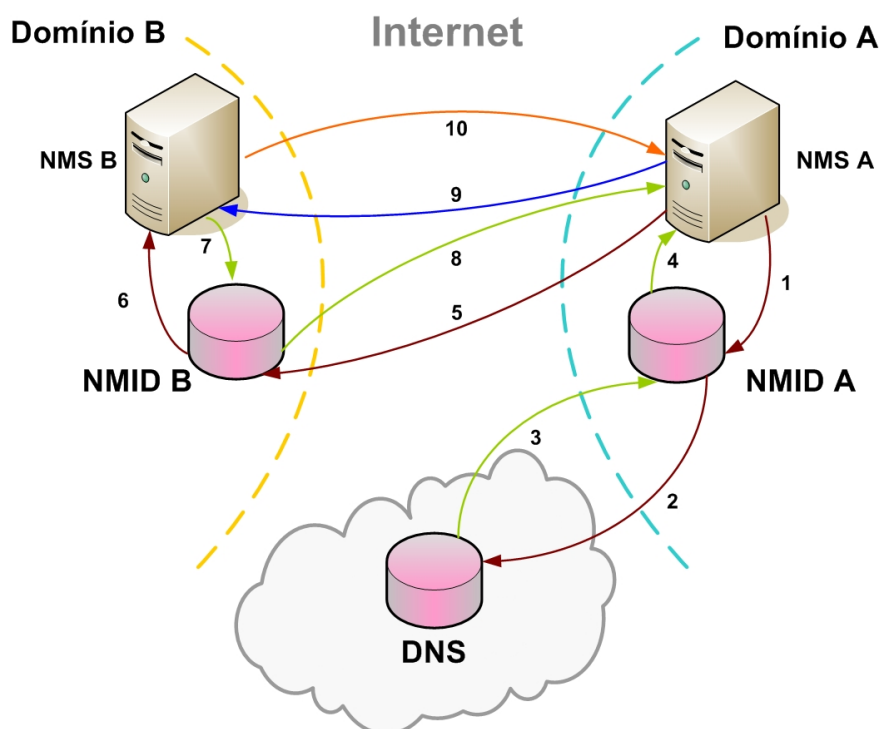


Figura 4.6: A gestão inter-domínios na nova arquitectura

relevante para posteriores interacções, nomeadamente para evitar o recurso ao DNS.

Se para o estabelecimento da interacção inter-domínios, o NMID do chamador (NMID A) tiver informação do NMID do domínio com quem pretende efectuar a interacção, o procedimento de início de ligação é equivalente, mas onde não se recorre ao DNS.

Assim, sabendo que a gestão inter-domínio é algo que obriga a comunicação de informação de gestão através de infra-estruturas de terceiros, o recurso aos protocolos standard, como por exemplo o HTTP, IMAP, SMTP, LDAP, vêm obviar os problemas que a criação de novos protocolos poderiam trazer. A possibilidade de utilização de várias interfaces de comunicação e a independência da informação de gestão do sistema em particular, torna a actividade de gestão pacífica e tratável como se de outro serviço de Internet se tratasse.

4.4 A Gestão Partilhada Inter-Domínio

A gestão partilhada é um conceito cuja implementação, embora desejada por muitas empresas e organizações, ainda se encontra a dar os seus primeiros passos.

Como se pode gerir um recurso, ou serviço, se este depende de terceiros?

A resposta tem sido frequentemente dada com base em cenários e probabilidades.

Assim, num ambiente de rede em que o aumento das dimensões é fundamentalmente da dispersão geográfica da mesma é uma realidade cada vez mais frequente, os aspectos da gestão, envolvendo o recurso a terceiros (redes de fornecedores de serviços de comunicação, redes de terceiros, etc) são cada vez mais críticos.

Se por um lado, já vimos como, com esta nova arquitectura de gestão de redes, a gestão inter-domínios pode ser implementada, a gestão partilhada é algo que obriga a reflectir sobre novos conceitos e formas de efectuar gestão.

A gestão partilhada inter-domínios é aqui vista como a actividade de gestão que é efectuada com o objectivo de garantir os requisitos de recursos, ou serviços, disponibilizados e que pela sua natureza envolve a utilização de recursos, ou serviços, de terceiros.

Como exemplo, basta pensar na gestão de um serviço crítico e em tempo real disponibilizado entre domínios dispersos geograficamente (sala de operações e o gabinete de um cirurgião especialista em sua casa) e cuja interligação é assegurada por um operador de comunicações que se compromete a garantir as performances necessárias. Outro exemplo, a gestão de tráfego aéreo entre dois aeroportos, etc.

Como será de esperar, a entidade responsável pela gestão do serviço pretende ter todas as garantias e mais que isso, poder monitorizar e intervir em caso de algo não estar a ocorrer como programado.

A figura - 4.7 dá uma ideia de como se procede e inicia a gestão partilhada inter-domínio.

Neste caso, para que um sistema gestor de rede (NMS A) possa gerir um recurso, ou serviço, que faz uso de recursos de outros dois domínios com os seus próprios sistemas gestores (NMS B) (NMS C), o primeiro precisa saber como comunicar com eles. Para este efeito o primeiro (NMS A) consulta o sistema de informação de rede do domínio em que se encontra (NMID A) (1) para comunicar com um dos outros sistemas gestores (NMS B). Este por sua vez, já conhece o NMID do domínio com o qual se quer comunicar (NMID B), ou desconhecendo-o, consulta o DNS (2) que o informa da sua localização (3). Este NMID, guarda a informação da localização do NMID B e informa o NMS A da sua localização (4). Sabendo o domínio do NMS com o qual quer comunicar (NMS B) questiona o NMID do domínio correspondente (NMID B) se pode comunicar com o NMS desse domínio (NMS B) (5). Este (NMID B), por sua vez, interroga o NMS correspondente (NMS B) se o sistema gestor chamador (NMS A) pode e como deve comunicar com ele (6). O NMS (NMS B) responde ao seu NMID (NMID B) (7), o qual responde por sua vez ao NMS do sistema gestor chamador (NMS A) (8). Com o conhecimento da intenção de interacção entre os dois NMSs, o sistema gestor chamador (NMS A) inicia a sua interacção com o sistema destinatário (NMS B) (9) que por sua vez responde (10).

Os passos repetem-se entre o sistema chamador e o outro sistema gestor com quem o primeiro também necessita interagir (NMS C) (11 a 20).

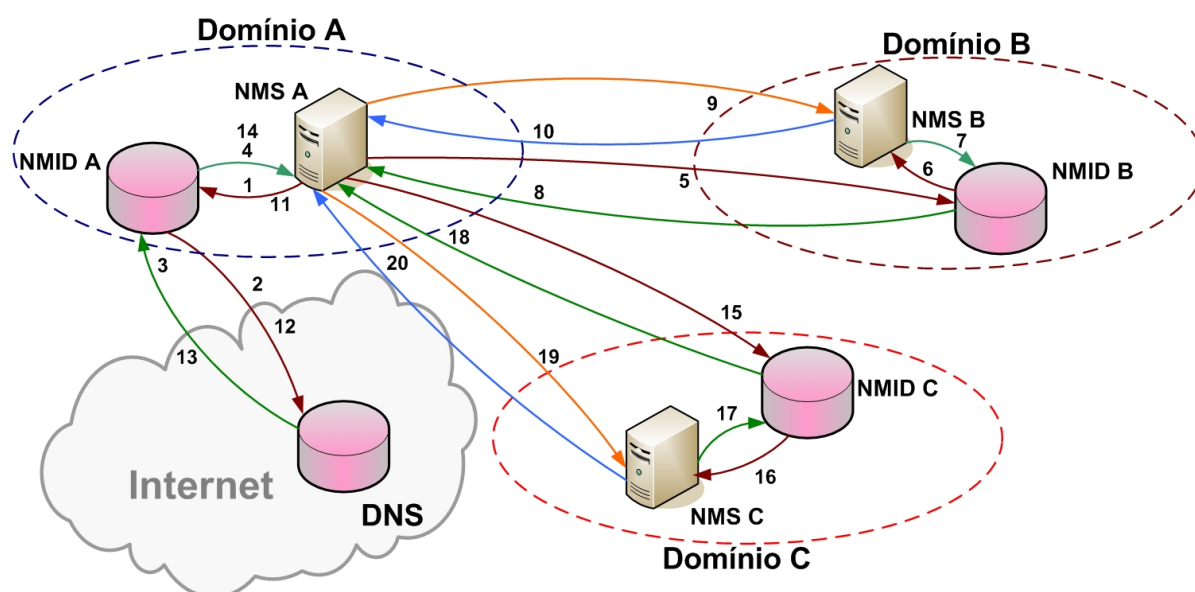


Figura 4.7: A gestão partilhada inter-domínio na nova arquitectura

Após estabelecidas as ligações entre os NMSs, o NMS que pretende efectuar a gestão partilhada, de acordo com as permissões obtidas dos terceiros poderá efectuar todas as tarefas de monitorização e gestão disponíveis no sistema.

Assim, num ambiente em que cada vez mais a Internet é utilizada para a comunicação de todo o tipo de informação, seja ela texto, imagem, vídeo ou áudio, é importante que a gestão dos recursos utilizados, possa ser efectuada em tempo real e que seja susceptível de promover as acções interventivas necessárias por forma a garantir os requisitos estabelecidos e contratualizados, mesmo envolvendo múltiplos fornecedores de serviços de rede.

4.5 A Implementação do Sistema de Informação de Gestão de Rede do Domínio (NMID)

O recurso aos sistemas de directórios e ao LDAP em particular, como parte integrante do NMIS (no interior dos sistemas de gestão) e para a implementação do NMID, foi a abordagem aqui escolhida. Esta escolha, foi efectuada com base na evolução dos protocolos existentes que têm sido reconhecidos e aceites por grande parte dos agentes neste domínio.

Assim, a informação mais estática e a meta-informação que permite chegar à informação dinâmica no NMS é suportada pelo LDAP. No domínio de gestão de rede terá que existir um NMID, suportado igualmente pelo LDAP, e que têm como função implementar o barramento de informação de gestão de rede (Net MIBus).

O NMID contém dois tipos de informação, a pública e a privada. A forma de o NMID ser reconhecido na Internet é através dos serviços de DNS. Tal como são identificados os

4.5. A Implementação do Sistema de Informação de Gestão de Rede do Domínio (NMID)

servidores de correio electrónico de um domínio, os NMIDs também o serão. Para este efeito será necessário criar um novo tipo de registo para o DNS, por exemplo, o NMS, registo que descreve a máquina a ser contactada para acesso à informação de gestão de rede, tal como é utilizado hoje em dia o registo MX para os servidores de correio electrónico.

Quando identificado e contactado o NMID, este responde de forma distinta se o pedido tiver origem no seu domínio de gestão, com acesso à informação privada do domínio, ou se tiver origem num domínio externo, com acesso à informação pública.

A informação pública é toda a informação que caracteriza o domínio de gestão e os elementos de rede, tal como referido na secção 3.4.4.

Toda a outra informação, que diz respeito à forma como a rede se encontra organizada, dos seus serviços, utilizadores, políticas, etc, é do domínio privado. Na secção 3.4.4, esta informação é referenciada como informação dos objectos de rede (instanciações dos elementos de rede), topologia e eventos.

A figura - 4.8 pretende dar uma ideia da desagregação da informação de gestão ao longo da árvore de informação de gestão de redes.

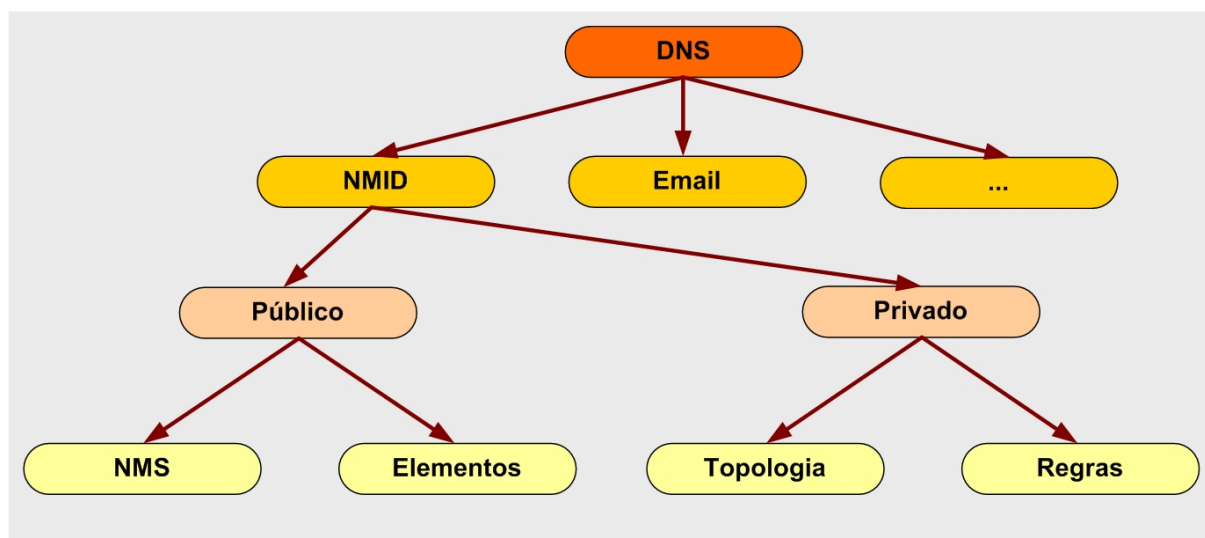


Figura 4.8: Árvore de informação de gestão de rede

A descoberta do NMID de um domínio é efectuada com base na utilização do serviço de DNS. Por sua vez, o NMID, na sua estrutura de informação, em árvore, contém informação pública e privada. Na figura - 4.8 a desagregação da informação pública, bem como da privada é apresentada a título de exemplo, pois esta deverá ser mais exaustiva e perfeitamente estruturada, em certa medida, normalizá-la.

À semelhança do que foi feito com o CMIP para agentes, a estrutura de informação pode, e deve, ser normalizada, nomeadamente no que diz respeito à "Information Tree", para a topologia e ao "Containment Tree".

Por outro lado, toda a definição da estrutura de informação de serviços, utilizadores,

equipamentos activos e passivos, etc, necessita ser efectuada.

Assim, o acesso à informação de gestão específica de cada NMS, é efectuado através da indicação da sua localização no NMID. O NMID quando não tem a informação pedida, tem a função de informar onde ela se encontra disponível, qual o NMS que a possui.

Desta forma, com base nestes dois elementos, o DNS e o NMID, a integração de informação de gestão e a cooperação entre sistemas gestores passa a ser efectuada num ambiente mais aberto. A presença da informação de gestão na rede passa a permitir o recurso a aplicações autónomas e assim possibilitar a automatização de procedimentos de integração entre sistemas gestores, entre outros.

4.6 Conclusão

A avaliação do comportamento da arquitectura do sistema de gestão de redes e do modelo preconizado foi o que se pretendeu fazer neste capítulo, especificamente através dos quatro principais cenários de gestão de redes: a forma de administração com o recurso a sistemas de gestão de redes; a gestão intra-domínio com múltiplos sistemas de gestão; a gestão inter-domínio em que cada domínio dispõe pelo menos de um sistema gestor de redes; a gestão partilhada inter-domínios em que se pretende efectuar a gestão de recursos ou serviços através de múltiplos domínios.

O cenário relativo à administração dos sistemas gestores com o recurso a consolas independentes "browser oriented", demonstrou ser uma característica da nova arquitectura do sistema de gestão que permite colmatar um conjunto de requisitos relacionados com os recursos humanos, nomeadamente a mobilidade, formação, especialização e homogeneidade da monitorização e observação da informação de gestão.

O cenário relativo à gestão intra-domínio demonstrou a relevância da partilha da informação de gestão em ambientes multi-sistemas gestores. A independência da informação de gestão dos sistemas gestores e a existência dessa informação na rede permite que os sistemas gestores possam partilhar a sua informação de gestão da rede e permitir a interacção entre eles com base na informação partilhada.

O cenário relativo à gestão de redes inter-domínio demonstrou a necessidade de encarar a gestão de redes numa outra perspectiva, que não concentrado num sistema fechado, e onde o conhecimento dos domínios de gestão de redes e a sua comunicação são a "pedra" fundamental para que a interacção inter-domínios seja exequível. O desenvolvimento do conceito de sistema de informação de gestão de redes do domínio é um dos factores mais importantes desta nova arquitectura, o qual serve de pilar para toda a acção inter-domínios.

O cenário relativo à gestão partilhada de recursos demonstra a nova possibilidade de gestão de recursos ponto-a-ponto, mesmo envolvendo recursos de terceiros. Sendo uma necessidade bem reconhecida pela maioria dos gestores, estes também sabem que com a actual arquitectura dos sistemas gestores esta necessidade da gestão de redes é praticamente impossível de conseguir. A nova arquitectura do sistema de gestão e do ambiente de gestão permite dar grandes passos nesta direcção, tornando a gestão partilhada de recursos

realizável e mesmo desejável.

Por fim, é apresentada a implementação do barramento de informação com base em sistemas e protocolos conhecidos, nomeadamente com o recurso ao DNS e ao LDAP. A necessidade de definir a estrutura de informação de gestão do domínio tendo como referência a gestão inter e intra domínios, é decisiva para a forma como o barramento de informação de gestão é assim implementado.

Capítulo 5

Conclusão

5.1 Conclusão

O desenvolvimento de uma arquitectura de gestão e da respectiva arquitectura dos sistemas de gestão baseadas na reutilização dos protocolos Internet existentes e do máximo do desenvolvimento efectuado nos sistemas de gestão de redes foi o mote principal deste trabalho.

A pesquisa, sistematização, avaliação e selecção de trabalhos desenvolvidos no âmbito da gestão de redes foi efectuada durante o decurso deste trabalho com o objectivo de, por um lado, delinear o percurso da gestão de redes até ao presente, por outro, reconhecer as tendências e seleccionar as técnicas e tecnologias mais relevantes que pudessem incorporar mais valias para este trabalho.

O reconhecimento do âmbito da gestão de redes presente e das necessidades de gestão que, ou permanecem por satisfazer, ou surgiram com a evolução tecno-social, foi uma das tarefas mais relevantes para o posicionamento do desenvolvimento e modelização da nova arquitectura aqui apresentada. A análise dos trabalhos que vêm sendo desenvolvidos denotaram uma tendência para a reinvenção de tecnologias e técnicas sempre a partir do elemento que se pretende gerir, dando assim uma perspectiva de "produção vertical" ao desenvolvimento de ferramentas de gestão de redes. Por outro lado, a comunicação entre pares, neste caso entre NMSs, tem sido tendencialmente relegada para os construtores atribuindo-lhes a responsabilidade de incorporar nos sistemas gestores esta funcionalidade.

Como a grande quantidade de redes que é de pequena e muito pequena dimensão, os construtores têm vindo a investir fundamentalmente na apresentação de produtos verticalmente integrados, por forma a colmatar as necessidades destas redes.

A realidade actual na gestão de redes, tem apresentado uma alteração substancial de tendências, nomeadamente no que diz respeito à necessidade de integrar redes geridas por sistemas distintos, por exemplo, quando uma empresa é comprada por outra e pretende integrar os seus sistemas de gestão de redes, ou quando, por qualquer motivo as empresas pretendem delegar a gestão da rede a especialistas, etc.

É face a esta nova realidade da actividade sócio-económica e tecnológica que os cons-

trutores têm sido confrontados através dos seus clientes, e que por este motivo os têm impulsionado para uma reavaliação das suas arquitecturas dos sistemas de gestão.

A evolução natural da gestão intra-domínio para a gestão inter-domínio é onde os construtores começam a investir e para o efeito, a exportação de dados de gestão e a possibilidade de utilizar a base de dados de informação de gestão interna do sistema gestor através de API's são as soluções actualmente disponíveis.

É reconhecendo a importância das funções de gestão de redes de alto-nível e com alguns dos trabalhos desenvolvidos no domínio da integração que aqui é apresentada uma nova arquitectura de gestão e para os respectivos sistemas de gestão de redes. Estas arquitecturas baseiam-se assim na necessidade de implementar as funções de gestão de alto-nível e da mais valia que pode ser obtida através da independência da consola de gestão, bem como da informação de gestão de redes, do sistema gestor.

Este trabalho teve por objectivo o desenho de uma arquitectura para os sistemas de gestão de redes que tendo por base os sistemas tradicionais passou a contemplar a independência da consola face ao sistema gestor e a um mecanismo aberto de comunicação entre sistemas gestores.

Para este objectivo foram redefinidos os elementos de gestão presentes no ambiente de gestão, os protocolos utilizados, linguagens e objectivos na gestão de redes. A nova arquitectura passou assim a dar respostas efectivas e a viabilizar situações que com o recurso aos sistemas de gestão tradicionais seriam impossíveis, tais como a gestão remota, comunicação em tempo real entre sistemas gestores, mesmo dispersos geograficamente, partilha de informação de gestão no domínio de gestão e inter-domínios. Desta forma, a gestão integral e integrada multi-sistemas num domínio de rede, a gestão inter-domínios e a gestão partilhada de recursos inter-domínios passam assim a ser funcionalidades que tornam a arquitectura aqui apresentada como uma das revelações para a gestão vertical e horizontal de redes em ambiente aberto.

Em termos de conclusão a Figura - 5.1 representa a visão global da nova arquitectura do sistema de gestão no seu ambiente de rede.

A utilização de sistemas de directórios, em particular a utilização do LDAP para o acesso a estes é uma característica fundamental da arquitectura apresentada. Foi desenvolvido trabalho para a validação da sua utilização [47], bem como para a sua visualização em ambiente Internet (consola "browser oriented"). A necessidade de comprovar a arquitectura de gestão aqui apresentada obriga ao desenvolvimento de um protótipo, o qual se encontra em desenvolvimento e faz parte de um dos trabalhos futuros a realizar e concluir.

5.2 Trabalhos Futuros

Com base na arquitectura de gestão e na dos sistemas gestores, um dos trabalhos futuros dever-se-á concentrar na necessária definição do que é efectivamente informação de gestão de redes e de como esta deverá estar estruturada por forma a que os diversos sistemas gestores possam interagir, ou seja, na definição e estruturação do barramento de informação de gestão de redes (Net-MIBus).

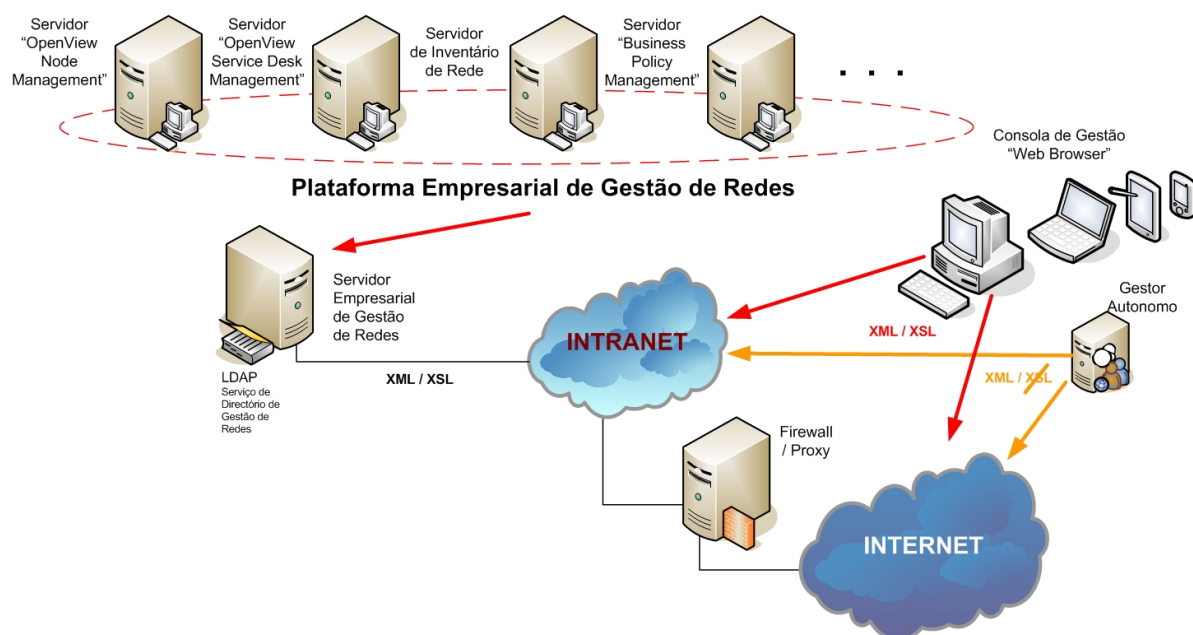


Figura 5.1: A visão global da nova arquitectura do sistema em ambiente de gestão de redes

A definição das várias ontologias e DTDs para os vários sistemas de gestão é um outro passo importante e que terá que ser realizado.

Por outro lado a especificação das várias árvores de LDAP, quer para a implementação do NMIS como do NMID é necessário, para que se possa desenvolver um protótipo com base num sistema gestor real. Este é outro dos trabalhos importantes a ser realizado por forma a demonstrar a viabilidade prática da arquitectura.

Com o modelo da arquitectura de gestão, a definição da estrutura de informação de gestão e de um protótipo os passos seguintes deverão concentrar-se no desenvolvimento de um protocolo de comunicação entre sistemas gestores e entre estes e as consolas "browser oriented" por forma a os diversos fabricantes desenvolverem e aperfeiçoarem os seus interfaces em ambiente aberto.

Bibliografia

- [1] Meumair B. Hegering H., Abeck S. *Integrated Management of Network Systems*. Morgan Kaufmann Publishers, Inc, 1999.
- [2] Raul Filipe Teixeira de Oliveira. *Managing Awareness in Networks Through Software Agents*. PhD thesis, Ecole Nationale Supérieure des Télécommunications, 1998.
- [3] CCITT. Recommendation X.700. Data communication network - management framework for open systems interconnection (OSI) for CCITT applications. *ITU-T, Geneva, Switzerland*, September 1992.
- [4] CCITT. Recommendation X.701. Data communication network - management framework for open systems interconnection (OSI) for CCITT applications. *ITU-T, Geneva, Switzerland*, January 1992.
- [5] Y. Yemini. The OSI network management model. *IEEE Communications Magazine*, 1993.
- [6] RFC 1157 J. Case et al. (eds.). A simple network management protocol (SNMP). *IETF*, May 1990.
- [7] CCITT M.3010. Principles for the telecommunications management network. *ITU-T, Geneva, Switzerland*, May 1996.
- [8] V. Sahin. Telecommunications management network: Principles, models and applications. in s. aidarous and t. plevyak (eds.), telecommunications network management into the 21st century. *IEEE Press, New York, NY, USA*, 1994.
- [9] Jean-Pierre Hubaux Jean-Philippe Martin-Flatin, Simon Znaty. A survey of distributed enterprise network and systems management paradigms. *Journal of Network and Systems Management*, 1999.
- [10] OMG. The common object request broker: Architecture and specification. revision 2.0. July 1995.
- [11] M. Wooldridge and N.R. Jennings. Intelligent agent: Theory and practice. *The Knowledge Engineering Review*, 1995.

- [12] J. Gosling and H McGilton. The java language environment: a white paper. sun microsystems. October 1995.
- [13] James Mayfield T. Finin, Yannis Labrou. KQML as an agent communication language. *Conference of Information and Knowledge Management (CIKM94)*, 1994.
- [14] Jean Poali Eve Maler Tim Bray. Extensible markup language (XML) 1.0. (*Second Edition*). *W3C Recommendation*, October 2000.
- [15] RFC 1213 K. McCloghrie, M. T. Rose. Management information base for network management of TCP/IP-based internets: MIB-II. *IETF*, March 1991.
- [16] CCITT X.700 — ISO/IEC 9595. Management framework for open systems interconnection - system management overview. *ITU, Geneva, Switzerland*, 1992.
- [17] CCITT X.701 — ISO/IEC 10040. Information technology - open systems interconnection (OSI) - system management overview. *ITU, Geneva, Switzerland*, September 1992.
- [18] RFC 1155 K. McCloghrie, M. T. Rose. Structure and identification of management information for TCP/IP-based internets. *IETF*, May 1990.
- [19] RFC 2578 K. McCloghrie, D. Perkins. Structure of management information version 2 (SMIv2). *IETF*, April 1999.
- [20] CCITT X.720 — ISO/IEC 10165. Information technology - open systems interconnectin - structure of management information: Management information model. *ITU, Geneva, Switzerland*, 1992.
- [21] RFC 1157 J. Case et al. (eds.). A simple network management protocolo (SNMP). *IETF*, May 1990.
- [22] RFC 1909 K. McCloghrie. An administrative infrastructure for SNMPv2. *IETF*, February 1996.
- [23] RFC 3411 D. Harrigton, R. Presuhn. An architecture for describing simple network management protocol (SNMP) management frameworks. *IETF*, December 2002.
- [24] Gian Pietro Picco Mario Baldi, Silvano Gai. Exploiting code mobility in decentralized and flexible network management. *MA'97 First International Workshop on Mobil Agents*, Aplil 1997.
- [25] RFC 1271 S. Waldbusser. Remote network monitoring management information base. *IETF*, November 1991.
- [26] Yechaim Yemini Germán Goldszmidt. Distributed management by delegation. *Proceedings 15th International Conference on Distributed Computing Systems*, June 1995.

-
- [27] RFC 3165 D. Levi, J. Schoenwaelder. Definition of management objects for the delegation of management scripts. *IETF*, August 2001.
 - [28] W. David Sincoskie David L. Tennenhouse, Jonathan M. Smith. A survey of active network research. *IEEE Communications Magazine*, January 1997.
 - [29] CCITT X.680 — ISO/IEC 8824. Abstract syntax notation one (ASN.1). *ITU, Geneva, Switzerland*, April 1995.
 - [30] RFC 1757 S. Waldbusser. Remote network monitoring management information base. *IETF*, February 1995.
 - [31] RFC 2021 S. Waldbusser. Remote network monitoring management information base version 2 using SMIV2. *IETF*, January 1997.
 - [32] Y. Yemini G. Goldszmidt. Distributed management by delegation. *15th International Conference on Distributed Computing Systems*, June 1995.
 - [33] Raoulf Boutaba. Network management: Trends & enabling technologies. *RISQ 2002, Montreal*, October 2002.
 - [34] RFC 2748 J. Boyle, R. Cohen. The cops (common open policy service) protocol. *IETF*, January 2000.
 - [35] RFC 3084 K. Chan, J. Seligson. COPS usage for policy provisioning (COPS-PR). *IETF*, Proposed Standard.
 - [36] Andreas Polyraakis Raoulf Boutaba. Extending COPS-PR with meta-policies for scalable management of ip networks. *Journal of Network and Systems Management*, March 2002.
 - [37] OMG. The common object request broker: Architecture and specification, v2.3. June 1999.
 - [38] Rogerson D. Inside com. *Redmond, WA, Microsoft*, 1997.
 - [39] Hendrik Berndt Yuji Inoue, Deb Guha. The TINA consortium. *IEEE Communication Magazine*, September 1998.
 - [40] Why JINI technology now? *SUN Paper*, January 1999.
 - [41] Denise Eckstein. Wbem overview. *The Open Group - OpenPegasus Developer Conference*, 2003.
 - [42] Bernard Thurm. Web services for network management - a universal architecture and its application to MPLS network. *Proceedings of the 27th Annual IEEE Conference on Local Computer Networks (LCN'02)*, 2002.

- [43] DMTF. Specification for the representation of CIM in XML, version2. *dmtf.org*, June 1999.
- [44] Phil Shafer. XML - based network management. *Juniper Networks white paper*, 2001.
- [45] Hani Mansi Harri Levanen, Bernard Freund. Using LDAP for directory integration - a look at ibm secureway directory, active directory and domino. *IBM Redbooks*, December, 2000.
- [46] Harri Stranden Heinz Johner, Michel Melot. LDAP implementation cookbook. *IBM Redbooks*, June 1999.
- [47] Raul Oliveira Bruno Marques, Edgar Nogueira. LDAP role in network management. *HPOVUA 2004*, May, 2004.