

PROPOSTA DE UMA INFRA- ESTRUTURA DE INFORMAÇÃO PARA EMPRESAS VIRTUAIS



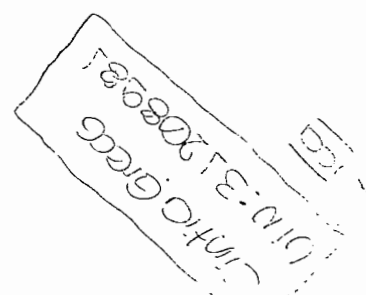
Eng^o Paulo Cesar de Carvalho Dias



Dissertação apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção

ORIENTADOR: Prof. Dr. Carlos Frederico Bremer

São Carlos
1997



Class. Tese - tese
Cus. 13864
Tombo T 0034/98

311.0000 F8 19

S/S 942 371

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Tratamento
da Informação do Serviço de Biblioteca - EESC-USP

D541p Dias, Paulo Cesar de Carvalho
Proposta de uma infra-estrutura de informação
para empresas virtuais / Paulo Cesar de Carvalho
Dias. -- São Carlos, 1997.

Dissertação (Mestrado). -- Escola de Engenharia
de São Carlos-Universidade de São Paulo, 1997.

Área: Engenharia de Produção


Orientador: Prof. Dr. Carlos Frederico Bremer

1. Empresas virtuais. 2. Infra-estrutura de
informação. 3. Organizações virtuais. I. Título.

FOLHA DE APROVAÇÃO

Candidato: Engenheiro **PAULO CESAR DE CARVALHO DIAS**

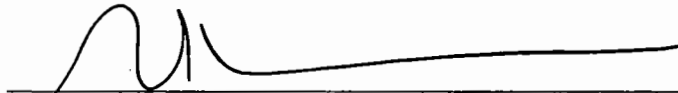
Dissertação defendida e aprovada em 16-12-1997
pela Comissão Julgadora:



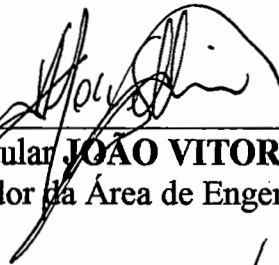
Prof. Doutor **CARLOS FREDERICO BREMER (Orientador)**
(Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo)




Prof. Titular **HENRIQUE ROZENFELD**
(Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo)



Prof. Associado **EDSON DOS SANTOS MOREIRA**
(Instituto de Ciências Matemáticas de São Carlos - Universidade de São Paulo)



Prof. Titular **JOÃO VITOR MOCCELLIN**
Coordenador da Área de Engenharia de Produção



JOSÉ CARLOS A CINTRA
Presidente da Comissão de Pós-Graduação

Dedico este trabalho aos meus pais e ao

meu irmão que sempre me apoiaram

Agradecimentos

Ao Prof. Dr. Carlos Frederico Bremer pela amizade, apoio e orientação no desenvolvimento deste trabalho.

Ao Prof. Tit. João Vitor Moccellin pelo apoio, co-orientação e auxílios prestados.

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pela bolsa e verba fornecidos.

Aos funcionários e demais professores da Engenharia de Produção.

Ao pessoal do grupo: Fabrizio, Ana Paula, Rogério Lenza e Chris pela amizade e profissionalismo.

Ao pessoal da Fábrica Integrada Modelo, especialmente ao Prof. Tit. Henrique Rozenfeld.

A todos os funcionários da Escola de Engenharia de São Carlos que, direta ou indiretamente, possibilitaram um ambiente adequado para o desenvolvimento deste trabalho.

Ao pessoal da república: Auri, Rudnei e Dornelas, pela amizade e companheirismo.

A minha namorada Ingrid, pelo apoio e compreensão.

Sumário

Agradecimentos	iii
Sumário.....	iv
Lista de Figuras	vii
Tabela	x
Resumo	xi
Abstract.....	xii
Capítulo 1	1
Introdução.....	1
1. Contexto do trabalho	1
1.1 Objetivos do trabalho.....	2
1.2 Metodologia de desenvolvimento do trabalho.....	3
1.3 Estrutura do Trabalho	3
Capítulo 2	5
Revisão Bibliográfica	5
2. Introdução.....	5
2.1 O Mercado Atual	6
2.2 Empresas Virtuais: Uma Estratégia para a Competitividade.....	12
2.3 Integração de Empresas e Empresas Virtuais	26

2.4 Algumas Tecnologias de Informação	29
2.5 “National Industrial Information Infrastructure Protocol” (NIIP).....	84
Capítulo 3	93
Infra-estrutura de Informação para Empresas Virtuais: Características e Dificuldades de Implementação	93
3. Introdução.....	93
3.1 Características Ideais de uma Infra-Estrutura de Informação para Empresas Virtuais	93
3.2 Infra-estruturas de Informação para Empresas Virtuais	98
3.3 Mecanismos para a Consolidação de Infra-estruturas de Informação em Empresas Virtuais	101
Capítulo 4	104
Taxionomia da Infra-estrutura de Informação e Corretor de Informações	104
4. Introdução.....	104
4.1 Primeiro Mecanismo: Taxionomia da Infra-estrutura de informação.....	104
4.2 Segundo Mecanismo: Corretor de Informações.	118
4.3 Considerações Finais.	120
Conclusões.....	121
Referências Bibliográficas.....	124
Apêndice.....	129
“Virtual Shop Floor” (VISHOF)	129
Introdução.....	129
Conceito VISHOF :	129

Metodologia de concepção do sistema de informação VISHOF:.....	133
Potencialidades estratégicas do VISHOF:.....	137
Glossário.....	139

Lista de Figuras

FIGURA 1 - Mecanismos de Cooperação (EVERSHEIM et al., 1996).....	12
FIGURA 2 - AVE Case - framework	18
FIGURA 3 - Tipos de Integração empresarial (THE DOOLEY GROUP, 1989).	27
FIGURA 4 - Níveis de Integração de empresas (AMICE, 1989).....	29
FIGURA 5- Topologias de Redes Ponto-a-Ponto	33
FIGURA 6 - Topologias de Redes Multiponto.....	34
FIGURA 7- Comunicação Simplex, Half-Duplex e Full-Duplex.	34
FIGURA 8 - Tipos de Multiplexação (FDM e TDM).	37
FIGURA 9 - Arquitetura em Camadas: Representação Esquemática.	38
FIGURA 10 - Modelo RM-OSI da ISO	39
FIGURA 11- Relação entre o Padrão IEEE e a Arquitetura RM-OSI (SOARES et al., 1995)	40
FIGURA 12 - Relação entre o modelo OSI e a arquitetura Internet (SOARES et al., 1995).42	
FIGURA 13 - O conceito de Inter-Rede.....	43
FIGURA 14 - Topologia Fictícia para uma de rede local.....	47
FIGURA 15 - Arquitetura Intranet/Internet.....	56
FIGURA 16 - Esquema de uma Intranet	58
FIGURA 17 - Interface Entre o Servidor Web e o banco de dados.....	60

FIGURA 18 - Anéis da evolução dos Sistemas Groupware segundo GRUDIN (1994).	68
FIGURA 19 - Classificação dos sistemas Groupware.....	70
FIGURA 20 - Classificação dos sistemas Groupware segundo as funções (ELLIS&GIBBS, 1991).....	72
FIGURA 21 - Comunicação entre Cliente e Implementação de Objeto na arquitetura CORBA (OBJECT MANAGEMENT GROUP, 1995).....	77
FIGURA 22 - a)Representação de um Objeto segundo o Modelo COM. b)Comunicação entre um Cliente e um Objeto segundo o Modelo COM.....	80
FIGURA 23 - Esquema dos serviços da tecnologia DCE.	82
FIGURA 24 - Esquema de conectividade de serviços de diretórios na tecnologia DCE.	83
FIGURA 25- Tecnologia envolvidas na arquitetura NIIP (NIIP, 1995).....	88
FIGURA 26 - Níveis de Integração em um Empresa Virtual (Adaptação de VERNADAT, 1996).....	94
FIGURA 27 - Exemplo do Continuum de características desejadas para a Plataforma de Integração da empresa virtual.....	98
FIGURA 28 - Fatores que influenciam a implementação de uma infra-estrutura de informações para empresas virtuais.....	99
FIGURA 29 - Esquemática do descompasso tecnológico entre duas empresas.	102
FIGURA 30 - Taxionomia de Referência para Infra-Estruturas de Informação	107
FIGURA 31 - Componentes de uma arquitetura de integração de três camadas.....	113
FIGURA 32 – Subsistemas da plataforma de integração da taxionomia de referência e seus principais serviços.	117
FIGURA 33 - Conceito do Sistema VISHOF.....	132
FIGURA 34 - Metodologia de Desenvolvimento do Sistema VISHOF.....	133

FIGURA 35 - Esquema do Diagrama de Funções e do MER.134

FIGURA 36 - Implementação do Sistema VISHOF.137

Tabela

TABELA 1 - Metas e Objetivos da Arquitetura NIIP	87
--	----

Resumo

Dias, P. C. C. (1997). *Proposta de uma infra-estrutura de informação para empresas virtuais*. São Carlos, 1997. 169p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

A nova dinâmica dos mercados consumidores nas últimas três décadas intensificou a configuração de redes cooperativas entre empresas. O conceito de empresa virtual engloba redes cooperativas de caráter temporário, geograficamente distribuídas e altamente flexíveis. Neste contexto, a integração interempresarial das informações dos parceiros de uma empresa virtual é de suma importância, pois possibilita a operação da mesma como entidade virtualmente única. Os elementos responsáveis pela integração interempresarial das informações de uma empresa virtual formam a infra-estrutura de informação e são constituídos pelas tecnologias de informação e pelas soluções de integração, tais como modelos de dados e processos de negócios. Este trabalho apresenta uma revisão bibliográfica sobre a formação de infra-estruturas de informação para empresas virtuais. Além disso, a partir da bibliografia utilizada, são propostos dois mecanismos que objetivam auxiliar a formação de infra-estruturas de informação entre empresas potencialmente parceiras na formação de empresas virtuais.

Palavras-chave: empresas virtuais, infra-estrutura de informação, organizações virtuais

Abstract

Dias, P. C. C. (1997). *Proposal of an Information Infrastructure for virtual enterprise*. São Carlos, 1997. 169.. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

Over the past three decades the dynamic characteristics of the consumer markets have disseminated the implementation of cooperative networks among enterprises. The virtual enterprise concept encompasses temporary, geographically distributed and highly flexible cooperative networks. In this context, the virtual enterprise information inter-enterprise integration among the partners is extremely important because it makes possible the virtual enterprise operation as a virtually single entity. The elements responsible for the inter-enterprise integration information in a virtual enterprise form the information infrastructure which is composed of information technology and integration solutions, such as data models and business process. This work shows a bibliographic review about the formation of information infrastructure for virtual enterprise. Besides this, from the bibliography, are proposed two mechanisms which aim to help the formation of information infrastructure among potential partners enterprises at formation of virtual enterprises.

Keywords: virtual enterprises; information infrastructure; virtual organizations.

Capítulo 1

Introdução

1. Contexto do trabalho

Nos últimos anos o mercado mundial tem sido influenciado por algumas tendências. Tais tendências, que GOLDMAN et al. (1995) denomina “forças” são principalmente:

- fragmentação do mercado;
- produção vinculada ao pedido em lotes pre-determinados;
- redução do tempo de vida dos produtos;
- convergência entre produtos físicos e serviços;
- infra-estruturas de distribuição em busca de personalização em massa;
- concorrência e cooperação simultâneas dentro das empresas.

Com o ambiente dinâmico e o aumento da complexidade dos produtos, as empresas passam a buscar novas estratégias competitivas. A intensificação do uso de redes de cooperação entre empresas é uma das estratégias mais utilizadas nas últimas três décadas. Nesta estratégia busca-se formar redes de parcerias onde cada participante contribui com sua competência essencial (“core competence”) de maneira a formar um todo integrado objetivando explorar uma oportunidade de mercado. Tais redes, de caráter oportunista e temporária, são denominadas “Empresas Virtuais”.

A formação de empresas virtuais pode se dar mediante o emprego de vários tipos de mecanismos de cooperação: parcerias, “joint-ventures”, terceirização entre outros. Mas, independente da forma de organização da empresa virtual, a integração interempresarial é

uma das peças chaves para a formação de empresas virtuais. Tal integração pode-se efetuar em vários aspectos dos quais, um dos mais importantes, é a integração das informações da empresa virtual. Esta integração deve possibilitar que a empresa virtual possa operar como uma entidade única.

Tecnologicamente, os recursos de informática e telecomunicações, conjuntamente designados “tecnologias de informação”, são alguns dos elementos responsáveis pela integração das informações entre as empresas participantes. Outro elemento importante na integração interempresarial é a existência e implementação de um modelo da empresa virtual que, entre outras coisas, garante a implementação dos processos de negócios da empresa virtual de forma distribuída entre as empresas participantes. As tecnologias de informação e as soluções de integração adotadas definem a infra-estrutura de informação da empresa virtual.

Basicamente, este trabalho de mestrado realiza uma pesquisa bibliográfica sobre a questão da formação de infra-estruturas de informação para empresas virtuais. Também são propostos dois mecanismos que visam auxiliar a formação de empresas virtuais, enfocando a infra-estrutura de informação.

Dentro de um contexto de pesquisa, este trabalho insere-se como um dos resultados do “Grupo de Redes de Cooperação entre Empresas” (GRECO) da Engenharia de Produção na Escola de Engenharia de São Carlos (EESC). O GRECO é dirigido pelo Prof. Dr. Carlos Frederico Bremer e tem como seus membros alunos de graduação e pós-graduação. Atualmente o GRECO participa de dois projetos: o “Global Virtual Enterprise” (GVE) e do “Núcleo de Manufatura Avançada” (NUMA) no qual é responsável pelo grupo de pesquisa na área de empresas virtuais denominado EVI. Através do projeto GVE, o GRECO tem feito parceria com universidades na Alemanha (RWTH), no México (Universidade de Monterrey) e nos Estados Unidos (Universidade George Washington).

1.1 Objetivos do trabalho

O presente trabalho de mestrado possui dois objetivos principais :

- apresentar uma revisão bibliográfica sobre o tema “infra-estrutura de informação para empresas virtuais”;
- propor mecanismos que auxiliem a definição de infra-estruturas de informação para empresas virtuais.

1.2 Metodologia de desenvolvimento do trabalho

A metodologia deste trabalho de mestrado possui os seguintes passos:

1) Revisão bibliográfica: Empresas Virtuais, Informática (Multimídia, EDI, Telecooperação, Teleconferência), Telecomunicação (sistemas de comunicação de dados).

3) Determinação das características ideais de uma infra-estrutura de informação para empresas virtuais.

4) Proposição de mecanismos para viabilizar infra-estruturas de informação para empresas virtuais.

Além dos passos acima descritos, foi desenvolvido um trabalho, denominado “Virtual Shop Floor (VISHOF)”, na Universidade RWTH na Alemanha cuja descrição está no apêndice 1. Este trabalho, , representa um exemplo de uma infra-estrutura de informação que pode ser utilizado por um Corretor de Informações em uma organização virtual no caso particular de compartilhamento de recursos de chão de fábrica.

1.3 Estrutura do Trabalho

Abaixo é apresentada um sumário da dissertação deste trabalho de mestrado.

- Capítulo 2: Revisão Bibliográfica:

Neste capítulo é apresentada a revisão bibliográfica iniciada com a apresentação de uma visão geral das mudanças nas exigências de mercado no últimos anos. Depois é introduzido o conceito de empresa virtual e também o “framework” do “Agile Manufacturing Enterprise Forum” (AMEF)

Em seguida é apresentada uma breve exposição sobre o conceito de integração de empresas.

Sobre tecnologias de informação, são apresentados os seguintes temas, considerados relevantes para o problema de implementação de uma infra-estrutura de informação para empresas virtuais: sistemas distribuídos; redes de computadores (LAN, MAN e WAN); base de dados; groupware; Internet, Intranet e Extranets; tecnologias orientadas a objetos (CORBA e COM) e o trabalho do consórcio “National Industrial Information Infrastructure” (NIIP).

- Capítulo 3: Infra-estrutura de Informação para Empresas Virtuais: Características e Dificuldades de Implementação:

Neste capítulo são expostas as dificuldades para a formação de uma infra-estrutura de informação comum entre empresas. Em seguida serão definidas as características ideais para uma infra-estrutura de informação para empresas virtuais.

- Capítulo 04: Taxionomia da Infra-estrutura de Informação e Corretor de Informações:

Neste capítulo são apresentados os dois mecanismos que buscam auxiliar a formação de infra-estruturas de informação para empresas virtuais. O primeiro mecanismo é uma taxionomia da infra-estrutura de informação que identifica os vários subsistemas que a compõe. O segundo mecanismo é formação de uma entidade que atuaria como um conselho em uma rede de potenciais parceiros, chamado Corretor de Informações (“Information Broker”).

Capítulo 2

Revisão Bibliográfica

2. Introdução

Neste capítulo é apresentada a revisão bibliográfica deste trabalho. Inicialmente é desenvolvido o conceito de Empresa virtual através de uma análise das motivações que o mercado trouxe para a utilização deste mecanismo competitivo pelas empresas. Em seguida são apresentadas algumas definições de empresa virtual segundo vários autores e finalmente um “framework” proposto pelo “Agile Manufacturing Enterprise Forum” (AMEF) que descreve o “ciclo de vida” de uma Empresa virtual.

O tema de integração empresarial é então abordado, pois a formação de uma empresa virtual depende da integração interempresarial dos participantes da mesma. A integração entre empresas pode ocorrer em vários aspectos: integração de fluxos de materiais, de pessoas ou de informação. No contexto deste trabalho, a integração dos fluxos de informações entre as empresas participantes é o objetivo a ser alcançado.

A integração de empresas, seja ela do tipo inter-empresas ou não, apoia-se no uso de tecnologias de informática e telecomunicações que são conjuntamente denominadas “tecnologia de informação”. Este capítulo apresenta uma revisão das principais tecnologias e tendências que mostram-se atualmente promissoras para viabilizar a formação de empresas virtuais.

Finalmente é apresentado o trabalho do consórcio “National Industrial Information Infrastructure Protocol” (NIIP) que procura estabelecer um protocolo para possibilitar a formação de empresas virtuais entre empresas do setor manufatureiro.

2.1 O Mercado Atual

As dificuldades das empresas se estabelecerem nos mercados atuais tem aumentado devido às mudanças nas características da competitividade. Para melhor entender estas mudanças, uma breve análise das diversas fases dos sistemas produtivos faz-se necessária.

Segundo MARTINS (1993) o início do século XX foi marcado por um fato que contribuiu significativamente para moldar toda história mundial. As contribuições de F. W. Taylor com a sua administração científica consolidaram a vantagem competitiva americana através da introdução intensa de novos conceitos relacionados ao processo de produção, organização e tecnologia. Os princípios da administração científica de Taylor foram posteriormente aplicados em empresas de todo o mundo. Tais princípios eram :

- Busca do método ótimo de trabalho (“best way”) como padrão;
- Seleção e treinamento dos operários no método ótimo de trabalho;
- Planejamento e controle das tarefas através dos padrões e;
- Remuneração recompensando ou punindo, o trabalho através do controle das tarefas, baseando-se nos padrões;

Conjuntamente com os princípios de Taylor estavam os modernos métodos e ferramentas de análise estatística, sistemas de custeio, padronização das tarefas, planejamento e sequenciamento da produção. Estas novas técnicas contribuíram para o aumento da produção norte-americana. O exemplo mais significativo da contribuição destas técnicas foi dado pela indústria automobilística de Henry Ford.

Nesta época, a vantagem competitiva consistia basicamente na produção em massa de produtos para alcance de baixos preços como ressalta GOLDMAN et al. (1995). O consumidor não tinha nenhuma liberdade de escolha entre modelos de produtos. A frase “ Todos podem ter qualquer automóvel, desde que seja um Ford modelo T preto” atribuída a Henry Ford, ilustra bem a falta de opções de escolha do consumidor daquela época.

Produtos uniformes, com poucos modelos, longos tempos de desenvolvimento, direcionados ao “consumidor médio” (um modelo padrão de consumidor fictício gerado pelas pesquisas de marketing) e de baixo custo unitário definia os requisitos de competitividade da época, principalmente na indústria americana.

Mas a introdução das máquinas de produção flexíveis, automatizadas e controladas por computador tornaram viáveis a produção vinculada ao pedido. Estas novas formas de produção foram assimiladas e aperfeiçoadas pela recém reconstruída indústria japonesa a partir da década de 50. Além disso, como observou MARTINS (1993), impossibilitados de simplesmente reproduzir o parque industrial norte-americano, devido à escassez de recursos, os japoneses adotaram soluções práticas que sofisticaram o processo produtivo. Iniciava-se assim a fase da produção enxuta.

A sofisticação que os fabricantes japoneses introduziram para conseguir seu intento - controle estatístico de processo, logística "just-in-time", equipes de trabalho com poderes delegados, processos de fabricação mais flexíveis e com maior rapidez de mudança, gerenciamento da qualidade total e aperfeiçoamento contínuo - certamente inovaram a eficácia da fabricação na produção em massa. No entanto, a estratégia mais significativa da indústria japonesa foi a de oferecer ao mercado uma variedade maior de produtos com tempo de vida mais curtos e modelos voltados a segmentos específicos de mercado.

Outro conceito que os japoneses firmaram foi o da qualidade (significando a confiabilidade) como característica fundamental dos produtos e em meados da década de 80 a qualidade começou a ser uma característica tida como natural. A confiabilidade tornou-se o preço da entrada no mercado de produtos e serviços de alto valor agregado. Na década de 90, ser apenas altamente confiável já não é mais suficiente para conquistar novos clientes. A qualidade passou a identificar-se com escolha, com capacidade de optar entre diversos produtos, modelos e opções em que o cliente do mercado de massa poderia encontrar uma combinação próxima de suas necessidades ou desejos individuais.

Atualmente pode-se identificar algumas forças que definem as características dos mercados. Estas forças são, basicamente as seguintes, segundo GOLDMAN et al. (1995):

- Fragmentação do mercado: Os mercados de todos os tipos estão se fragmentando de maneira acelerada. De fato, o número de novos produtos cresce num ritmo não experimentado pelo homem em épocas passadas. Para ilustrar isso basta alguns exemplos da indústria eletrônica com seus inúmeros modelos de televisores, relógios, câmaras de vídeo, aparelhos de som, etc. Outros exemplos podem ser buscados em outros setores como, por exemplo, a indústria de calçados com a ampliação dos modelos para o ajuste às necessidades individuais dos consumidores. As estratégias de fragmentação do mercado baseiam-se na criação de produtos cujo preço consiste em uma função do grau em que os clientes acreditam que eles, pessoalmente, possam tirar proveito.

- Produção vinculada ao pedido em lotes pré-determinados: Com aumento da flexibilidade dos meios de produção em massa e o colapso dos custos da manipulação de informações é possível atualmente a fabricação em lotes diferenciados sem que seja acarretado nenhum custo adicional ao cliente. Este lotes menores e diferenciados abrem novas vantagens competitivas às empresas com a oferta de produtos e serviços diferenciados aos clientes. Além disso a possibilidade de produção de produtos configurados de acordo com o cliente e sob encomenda gera economias de contenção de despesas em estoques além de ter um aspecto positivo nas operações da empresa.
- Disponibilidade de informação para tratar massas de clientes como indivíduos: A possibilidade de tratar grandes volumes de informação possibilita que as empresas relacionem-se com os clientes de forma individual. Isto, aliado às eficiência e flexibilidade que permitiram a ampliação da variedade dos modelos dos produtos, tornou necessário um novo tipo de relacionamento entre fabricantes e clientes. Torna-se tarefa do fabricante ajudar os clientes a articularem suas necessidades e exigências culminando o processo na definição conjunta do produto a ser fabricado.
- Redução do tempo de vida do produto: Uma das características mais marcantes da concorrência é a redução do tempo de vida dos produtos, a proliferação cada vez maior das variantes e o ritmo acelerado de introdução no mercado. Para a redução dos tempos de vida dos produtos contribuem a interação entre fornecedores e clientes, a integração das funções empresariais e a reflexão sobre as operações e os processos das empresas.
- Convergência entre produtos físicos e serviços: A valorização de um grande número de produtos está deslocando-se do produto físico para as informações e/ou serviços aos quais estes produtos dão acesso. Observe-se, por exemplo, a indústria de hardware¹ e software² e a estreita ligação entre as sucessivas gerações de microcomputadores e de programas por eles suportados. Esta convergência entre produtos físicos e serviços traz algumas conseqüências. A primeira é que o valor do produto tornou-se apenas uma fração do valor agregado pelas atividades de fabricação. O valor de um produto é determinado pelas informações, conhecimentos e serviços agregados a ele. A segunda conseqüência é que a venda de

¹ Hardware: Vide Glossário

² Software: Vide Glossário

produtos associados a informações e/ou serviços podem prolongar o relacionamento entre os fornecedores e os clientes (um exemplo claro desta consequência pode ser percebido no mercado de softwares). Finalmente, as informações tornaram-se, por si só, produtos comercializáveis.

- Redes globais de produção: Graças às tecnologias de informação³ e a eficiência dos transportes, nenhum mercado restringe-se aos limites nacionais. Atualmente é possível integrar recursos de projeto, produção, marketing e distribuição espalhados pelo mundo em uma instalação de produção “virtual” e coerente.
- Infra-estruturas de distribuição em busca de personalização em massa: Busca-se a relação direta, individualizada entre fornecedor e cliente. Novas formas de distribuição e marketing devem priorizar o relacionamento direto e interativo com os clientes abandonando-se a forma de distribuição voltada ao consumidor médio padrão da produção em massa. Novas formas de comercialização tais como telemarketing, canais de compra pela TV, compras eletrônicas são bem vindas a este novo contexto.
- Frenesi na reorganização da empresa: Na busca de ganho de mais eficiência e flexibilidade, as empresas adotaram uma série de programas de melhoria tais como controle estatístico de processo, “just-in-time” e fabricação flexível. Basicamente, as iniciativas relacionadas à delegação de poderes, integração da empresa e adoção de operações simultâneas são fundamentais à dinâmica exigida pela concorrência atual. A redução dos níveis hierárquicos e a maior participação do pessoal operacional nas decisões tem sido amplamente adotado.
- Pressões para a internalização do valores sociais predominantes: As empresas não estão afastadas das questões sociais e ambientais que afetam as sociedades nas quais elas se inserem. Pelo contrário, problemas relacionados à conservação dos recursos naturais, à poluição do meio ambiente, aos resultados da diminuição do número de empregos estão influenciando as decisões tomadas nas empresas.
- Concorrência e cooperação simultânea dentro da empresa: A cooperação entre departamentos de uma mesma empresa ou entre empresas distintas tem-se tornado um dos elementos de mais importantes da estratégia competitiva. Através destas cooperações, as

³ Tecnologias de Informação: Vide Glossário.

empresas podem produzir artigos com grande quantidade de informações e/ou serviços associados que, de outra forma (sem cooperação), seria impossível de ser realizada. Um exemplo recente foi a colaboração entre a IBM, Apple e Motorola para o desenvolvimento e comercialização do chip PowerPC (GOLDMAN, 1993).

Assim, com um ambiente tão dinâmico e com o aumento da complexidade dos produtos, restam às empresas a adoção de novas estratégias competitivas. GOLDMAN et al. (1995) assinala como as novas dimensões competitivas que as empresas devem seguir :

- Valorização do cliente: Os clientes devem ser individualmente valorizados e devem ser capazes de comprar soluções para os seus problemas e não mais produtos padronizados. O relacionamento com o cliente deve ser duradouro e resistente às mudanças no mercado.
- Alavancagem do impacto das pessoas e informações: As pessoas e as informações são fatores de diferenciação dos concorrentes. O importante é a capacidade de uma empresa de transformar conhecimentos, qualificações e informações incorporados em seu pessoal em produtos-solução para clientes individuais.
- Organização para lidar com mudanças e incertezas : A empresa deve ser organizada para prosperar em meio a mudanças e incertezas. A estrutura deve ser suficientemente flexível para permitir uma rápida reconfiguração dos recursos humanos e físicos. O pessoal deve ser motivado e aberto a novos conhecimentos para transformar mudanças e incertezas em novas oportunidades para o crescimento da empresa.
- Cooperação para a melhoria da competitividade : Cooperação interna e com outras empresas. O objetivo é levar os produtos para o mercado o mais rápido e com mais eficiência de custo possível. Uma estratégia para se fazer isto é utilizar os recursos existentes independentemente de onde estiverem localizados e de quem os possui. Equipes de funções inter-relacionadas, delegação de poder, empresas virtuais e parcerias, mesmo com concorrentes diretos são, todos, meios empregados para alavancar recursos através da cooperação.

O termo Dinâmico (Agility), tenta englobar os conceitos acima (GOLDMAN et al., 1995; HANSEN, 1995). A idéia de dinamismo refere-se a um forma de organizar os negócios de maneira a possibilitar a um empresa prosperar em um ambiente de contínua mudança. Empresas com esta capacidade são chamadas de empresas dinâmicas (Agile Enterprises). Quatro características são essenciais a uma empresa dinâmica : capacidade de

rápida reconfiguração de recursos e capacidades; capacidade de oferecer soluções completas; ênfase na estratégia, nas pessoas e nas informações como os recursos mais valiosos da empresa.

A intensificação do uso de redes de cooperação entre empresas é uma das estratégias mais utilizadas nas últimas três décadas. O aumento do número de cooperações buscam formas que EVERSHEIM et al. (1996) chama de adição cooperativa de valor. Nesta visão cada empresa, numa parceria para cooperação, contribuiria para um ou mais processo de uma cadeia de valor orientada às necessidades dos clientes. EVERSHEIM et al.(1996) ressalta que nesta cadeia de valor cada empresa contribuiria com aquilo que faz com excelência, ou seja, com sua competência essencial (“core competence”).

Competência essencial pode ser definida segundo dois modos distintos como o faz TERHAAG et al. (1996). O primeiro modo de se definir competência essencial analisa as competências especiais e potencialidades de uma companhia e então define e determina habilidades futuras. O segundo modo define competência essencial como as tarefas (habilidades) que garantem o sucesso e a continuidade da existência de uma companhia. Numa rede de cooperação deve-se buscar competências que se complementem para a os objetivos e necessidades do cliente.

Os mecanismos utilizados para formação de redes de cooperação podem ser vários: contrato de fornecimento, licença, “joint-venture”, terceirização entre outros. Cada mecanismo tem suas próprias característica de tempo de duração segundo EVERSHEIM et al.(1996). A Figura 1 ilustra algumas destas características. Assim, a flexibilidade, entendida como a possibilidade de se alterar a configuração da rede de cooperação, diminui quando se utiliza mecanismos de cooperação de longo tempo. De modo oposto ocorre com a potencial influência que um parceiro pode ter sobre os outros (figura 1).

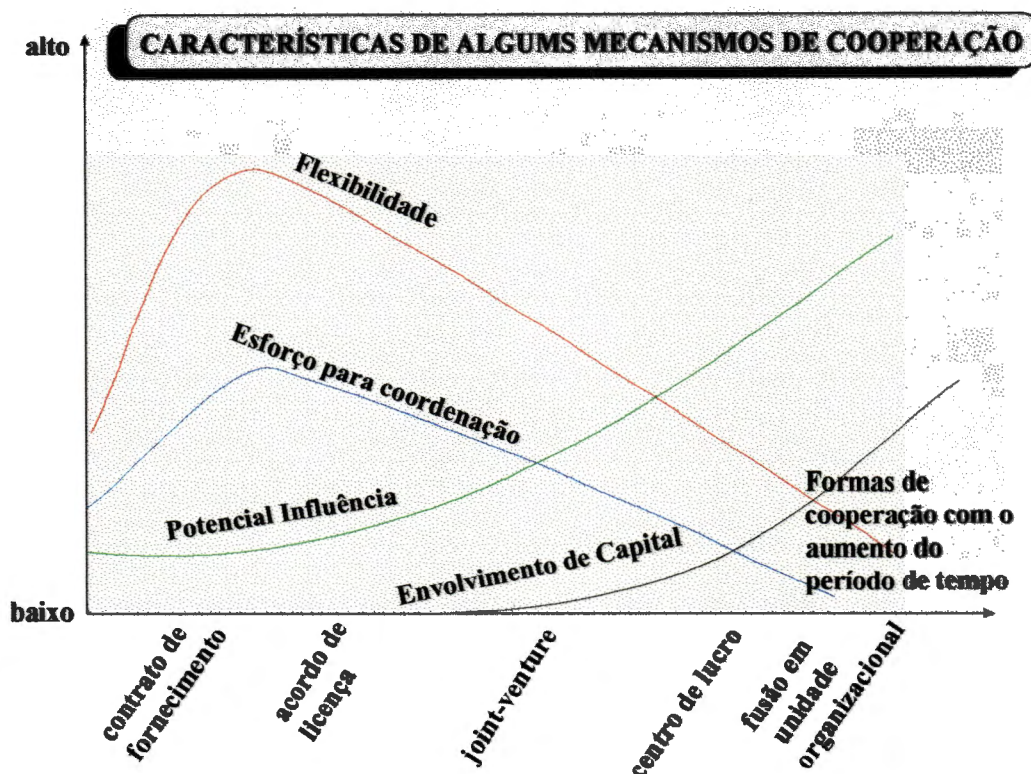


FIGURA 1 - Mecanismos de Cooperação (EVERSHEIM et al., 1996).

Os mecanismos de cooperação permitem a criação de novas formas de organizações que caracterizam-se pela mesma dinâmica de organizações individuais, ou seja, possuem produtos, mercados, fornecedores e clientes. No entanto, a característica distribuída e temporária destas novas formas de organizações fez com que as mesmas fossem denominadas empresas (ou Organizações) Virtuais.

2.2 Empresas Virtuais: Uma Estratégia para a Competitividade

2.2.1 O Conceito

Vários autores tem definido o conceito de empresas virtuais. Segundo BYRNE (1993) empresa virtual é uma rede temporária de companhias independentes - fornecedores, clientes e mesmo rivais - conectados via tecnologia de informação com o objetivo de dividir competências, custos e acesso ao mercado. Esta rede não tem escritório central ou esquema organizacional. GOLDMAN et al. (1995) define empresas virtuais "(...) como uma aliança oportunista de principais competências distribuídas entre várias entidades operacionais distintas, dentro de uma única grande empresa ou dentro um grupo de empresas independentes.(...)". Já GORANSON (1995) define empresas virtuais como "(...) uma

agregação oportunista de entidades trabalhando em função de um objetivo comum. Estas entidades podem ser corporações individuais, divisões separadas de uma mesma corporação ou outras entidades tais como grupos de consumidores ou associações de entidades de classes". A definição de GORANSON (1995) é mais genérica e será aqui adotada sendo por isso discutida em mais detalhes na subseção seguinte.

Uma característica fundamental das empresas virtuais é que a sua formação deve ser rápida a fim de explorar as oportunidades de mercado. Para a formação de empresas virtuais, não é necessário nenhum mecanismo legal (o que não quer dizer que sejam desnecessários). O principal ponto é que uma empresa virtual está baseada na confiança entre seus participantes (GOLDMAN et al. ,1995; e BYRNE ,1993). Esta confiança é garantida principalmente pelas histórias passadas das empresas participantes. Basicamente, segundo GOLDMAN et al.(1995) os mecanismos organizacionais existentes para a formação de empresas virtuais são: parceria, "joint-venture", aliança estratégica, nova corporação, fornecedor-subcontratante, acordo cooperativo, "royalty" ou licença, contrato de terceirização. Segundo GOLDMAN et al. (1995) uma forma de facilitar e incentivar a formação de empresas virtuais é a criação de redes de potenciais parceiros. Estas redes, chamadas de teias pelo autor, tem grande importância na medida que possibilita rapidez na escolha de parcerias nas empresas virtuais. Além disso, para ser eficaz, uma teia de organizações deve englobar um número flutuante de membros que devem se estender pelos diferentes setores de um determinado ramo. Teias de empresas também são denominadas organizações virtuais por diversos autores.

Os principais benefícios estratégicos que podem estimular as empresa a participarem de empresa virtuais, segundo GOLDMAN et al. (1995), são:

- Infra-estrutura, pesquisa e desenvolvimento (P&D), custos e riscos compartilhados: Participando de empresas virtuais, as empresas podem compartilhar riscos, P&D, custos e infra-estrutura, recursos humanos, tecnológicos, que uma empresa individualmente não seria capaz de manter .
- União das principais competências complementares: Os participantes podem reunir competências complementares para atender às necessidades de exploração de uma determinada oportunidade de mercado. Note que esta estratégia mostra-se de grande ajuda para Pequenas e Médias empresas.

- Redução do conceito de tempo : As empresas virtuais conseguem reduzir o tempo de desenvolvimento de novos produtos de duas formas. Primeiro, através da capacidade da realização de trabalhos em paralelo, desempenhando diversas atividades simultâneas. A segunda forma é redução do tempo de desenvolvimento ^{um} vez que todos os recursos necessários de pessoal, instalações e capacidades encontram-se disponíveis através da rede de cooperados. A redução do tempo de desenvolvimento de produtos, além de ser estrategicamente favorável à conquista do mercado, traz redução nos custos associados.
- Aumento das instalações e do tamanho aparente: A empresa virtual consiste em uma forma de alavancar a capacidade de satisfazer e de valorizar o cliente. Para as pequenas e médias empresas, a empresa virtual é uma forma de adquirir economia de escopo, escala de produção, maior solidez financeira e maior capacidade de realização dos projetos.
- Acesso e compartilhamento dos mercados ou da fidelidade do cliente: Participando de uma organização virtual, uma empresa pode compartilhar os mercados e a fidelidade de clientes de outras empresas da mesma organização virtual. Isto porque os ganhos resultantes da exploração de uma determinada oportunidade é distribuído entre os membros da organização virtual.

Os benefícios estratégicos descritos acima são adequados às pequenas e médias empresas brasileiras BREMER (1995a). Ainda segundo BREMER (1995b) a adoção da estratégia de formação de empresas virtuais é adequada aos países em desenvolvimento como o Brasil, pois permite às pequenas e médias empresas a oportunidade de globalizarem seus negócios sem perderem a flexibilidade e a independência econômica através de associações longas e rígidas com empresas de países industrializados. Além disso BREMER (1995b) ressalta que a cultura dos empresários brasileiros é adequada à estratégia de formação de empresas virtuais, pois devido a falta de recursos, é comum a formação de parcerias informais para desenvolvimento e manufatura de projetos.

De outra forma, alguns autores afirmam que a participação em empresas virtuais não é sempre adequada a uma empresa. Algumas destas situações são observadas por GOLDMAN et al. (1995) e CHESBROUG & TREECE (1996):

- quando a empresa possui todos os recursos necessários para explorar uma oportunidade;
- quando se deve preservar propriedades intelectuais ou segredos industriais da empresa;

- quando há incompatibilidades de estilos e filosofias de gerenciamento;
- quando a relação entre os riscos e os benefícios é insatisfatória;
- quando não há adequação legal, ou quando existe algum ponto conflitante com a lei no acordo.

Os conceitos envolvidos na estratégia de empresas virtuais ainda são motivos de estudos embora muitos destes mesmos conceitos são comuns em muitas cooperações entre empresas segundo GOLDMAN et al. (1995) e BYRNE (1993). Há várias organizações, compostas por Universidades e empresas, que procuram modelar o conceito de empresas virtuais. Um dos trabalhos mais importantes nesta área de estudo de modelos de empresas virtuais é realizado pelo “Agile Manufacturing Enterprise Forum” (AMEF). Este é um fórum de discussão e estudo do assunto do qual participam acadêmicos e empresários de importantes indústrias. O principal grupo de pesquisas do AMEF está na Universidade de Lehigh (EUA).

2.2.2 O Modelo “Agile Virtual Enterprise” (AVE)

O AMEF, através de seus grupos de discussão, propõe um “framework”⁴ para o modelamento de empresas virtuais. Os grupos de discussão do AMEF empregam o termo “empresas virtuais dinâmicas” (“Agile Virtual Enterprise” - AVE), pois pretende-se especificar um tipo particular de empresa virtual MANUFACTURING AGILE VIRTUAL ENTERPRISE (1995a). O conceito fundamental de empresa dinâmica (“Agile Enterprise”) é o de uma empresa capaz de responder e beneficiar-se das mudanças inesperadas no ambiente competitivo da manufatura. Um aspecto importante é a diferenciação que se pretende dar entre empresas dinâmicas e empresas flexíveis. A chave desta diferença é que as primeiras devem responder rapidamente a mudanças inesperadas. Uma empresa, segundo MANUFACTURING AGILE VIRTUAL ENTERPRISE (1995a) pode ser flexível sem ser dinâmica.

Já o termo empresas virtuais dinâmicas (AVE) designa empresas virtuais que possuem as características de empresas Dinâmicas.

⁴ Framework: Modelo genérico que serve de guia de referência.

Segundo MANUFACTURING AGILE VIRTUAL ENTERPRISE (1996b), empresa virtual é uma agregação oportunista de entidades (organizações ou divisões separadas de uma mesma organização) trabalhando juntas para atingir uma meta comum.

Entre os vários tipos de agregação identificadas, as mais interessantes são aquelas que envolvem recompensas e riscos. Numa tentativa de incorporar várias visões, um conjunto de quatro tipos foram classificados:

- Tipo 1 : Uma agregação formada em resposta a uma oportunidade. Nesta forma, uma entidade identifica uma oportunidade (ou reconhece uma mudança) e atua como organizador da agregação de parceiros com competências complementares para a exploração da mesma. Na figura 1, exemplos de mecanismos de cooperação, ou agregação do Tipo 1 seriam contrato de fornecimento e acordo de licença.
- Tipo 2 : Uma agregação relativamente permanente de parceiros com várias competências que procuram por uma oportunidade a ser explorada. Novos membros podem ser acrescentados à agregação para a exploração de uma oportunidade.
- Tipo 3 : Uma rede de fornecedores que, usando relações de negócios relativamente convencionais, exibem uma certa dinâmica em resposta às necessidades de mercado.
- Tipo 4 : Uma associação de consórcio. Tal grupo confia em práticas relativamente convencionais de negócios em suas interações. No entanto, eles aplicam práticas dinâmicas em resposta às necessidades de mercado e atuam como uma empresa virtual ao representar a capacidade coletiva aos clientes.

Através de grupos de estudo e fóruns de discussão o AMEF tem trabalhado em um “framework” das AVE segundo processos que as descrevem desde sua criação até sua dissolução (GORANSON, 1997). A divisão do ciclo de vida das empresas virtuais por processos baseia-se no conceito de cadeia de adição de valores. Desta forma, cada processo envolve decisões as quais usam ferramentas e métodos cuja eficácia deve ser informada por métricas. As principais categorias de processos para empresas virtuais são os seguintes (GORANSON, 1997):

1. Identificação da Oportunidade;
2. Seleção dos Parceiros;

3. Formação;
4. Operação e
5. Dissolução/Reconfiguração.

Os processos aparecem em ordem aproximadamente cronológica. Diz-se aproximadamente, pois alguns deles podem ocorrer simultaneamente. Por exemplo, os processos Identificação da Oportunidade e Seleção dos Parceiros podem ser simultâneos.

Além dos processos são definidas infra-estruturas que possibilitam a realização dos processos do ciclo de vida de uma empresa virtual. Tais infra-estruturas são, de forma geral, as seguintes:

- Infra-estrutura Física;
- Infra-estrutura Legal;
- Infra-estrutura de Informação e
- Infra-estrutura Social/Cultural.

O “framework” apresentado ainda não é o definitivo e não tem todas as questões definidas. No entanto representa um dos estudos mais bem elaborados do modelo de organizações virtuais

A Figura 2 mostra o “framework” detalhado do modelo proposto pelo AMEF. Nas subseções seguintes cada um dos processos e infra-estruturas acima mencionadas são descritas de acordo com GORANSON (1997).

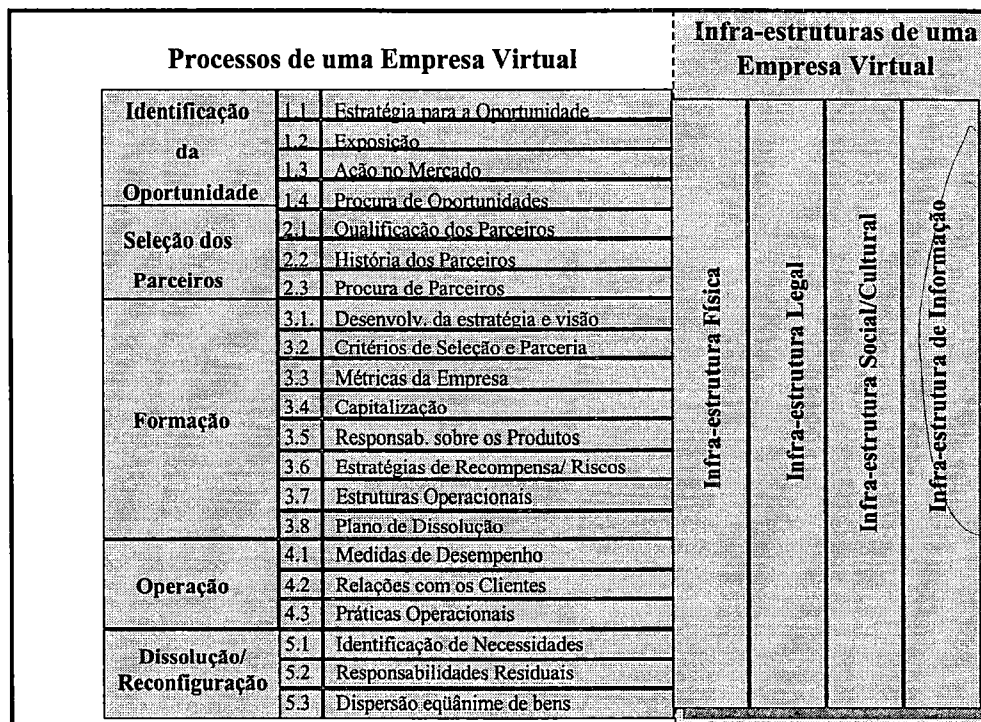


FIGURA 2 - AVE Case - framework

2.2.2.1 Identificação da Oportunidade

Assume-se que algum agente, um potencial líder para uma AVE ou um grupo de especialistas tem o papel de identificar, refinar e/ou caracterizar uma oportunidade. Este agente poderia ser um corretor (“broker”) que não teria a capacidade de operar uma AVE. O caso mais simples é o de uma firma cuja principal competência seria a de identificar e refinar uma oportunidade. Esta firma definiria as necessidades de exploração desta oportunidade e para, posteriormente, definir as capacidades necessárias a AVE.

O processo Identificação da Oportunidade pode ocorrer simultaneamente com o processo Seleção dos Parceiros.

2.2.2.1.1 Estratégia para a Oportunidade

Para identificar uma oportunidade, o agente identificador de oportunidades deve ter uma estratégia. A estratégia deve ser explícita e sensata já que seus resultados devem ser compreendidos e adotados pelos potenciais membros da empresa virtual. Não deve haver pontos de dúvidas. Na divulgação da estratégia deve haver alguma forma de evitar a

revelação de detalhes sobre a nova oportunidade a fim de impedir a ação dos potenciais competidores.

Desde já deve-se definir qual organização assumirá o papel de líder nesta primeira fase, pelo menos. Possivelmente este papel será assumido por um corretor, por consultores ou outros especialistas em estratégias. Deve haver algum método de definir competências dos potenciais participantes para se estabelecer a relação com a oportunidade.

Deve-se ter uma visão do que seria considerado sucesso do empreendimento. Finalmente, a oportunidade deve ser analisada para verificar se é uma candidata à aplicação do conceito de AVE.

2.2.2.1.2 Exposição

O líder, definido acima, deve informar aos potenciais parceiros de que há a intenção de se explorar uma determinada oportunidade. Idealmente o cliente também deveria ter um papel na AVE e por isso deveria ser informado da intenção de se explorar determinada oportunidade.

2.2.2.1.3 Ação no Mercado

Há um conjunto de ações que podem ser tomadas para intervir no mercado e firmar uma oportunidade. O cliente deve ser integrado à empresa virtual desde o início. Deve haver uma interação maior com o cliente, pois muitas vezes este não sabe dos potenciais benefícios da oportunidade. O cliente deve ser levado pelo líder da AVE a um processo de educação para ajudar a criar demanda pela oportunidade. Essas ações podem ajudar a definirem melhor as necessidades para exploração da estratégia e assim contribuir para a seleção dos parceiros da AVE.

2.2.2.1.4 Procura de Oportunidade

Algumas vezes as oportunidades não são aparentes e devem ser procuradas. Além disso cada firma (ou parceiro estável) deve estar constantemente procurando por novas formas de alavancar suas capacidades. Portanto devem haver processos que busquem novos mercados que possam ser explorados por novas parcerias. Provavelmente, esta coleção de processos será diferente dependendo da área e da criatividade dos participantes.

2.2.2.2 Seleção dos Parceiros

Esta categoria de processos envolve a seleção de parceiros. AVE's do tipo 2 assumem que já exista a associação dos parceiros. Os outros tipos podem escolher realizarem estes processos em conjunto com a identificação das oportunidades de forma a reduzirem os custos associados com a estratégia e melhorarem o relacionamento com os potenciais clientes. Mas usualmente as decisões de negócio são primeiramente associadas com a identificação de uma oportunidade seguida da formação das parcerias constituídas para explorá-las.

2.2.2.2.1 Qualificação dos Parceiros

Deve haver um método padrão para determinar as principais competências de cada potencial parceiro. A determinação das principais competências dos potenciais parceiros é uma questão difícil que deve estar associada às questões técnicas, de qualidade, capacidade e critérios financeiros.

As principais competências necessárias para a exploração da oportunidade também devem ser definidas.

2.2.2.2.2 História das Realizações dos Parceiros

Confiança é uma questão primordial entre os participantes de AVE's. Para reforçar esta confiança deve existir uma metodologia que revele, através de sistemas métricos, o desempenho passado dos potenciais parceiros.

Este processo difere do anterior por focalizar-se na informação histórica. O processo anterior incorpora várias estratégias para qualificação. Este processo requer ferramentas que possibilitem um mapeamento de casos passados para casos atuais já que freqüentemente as condições atuais são distintas das anteriores.

2.2.2.2.3 Procura de Parceiros

Os processos acima pressupõe que os potenciais parceiros tenham sido avaliados. Mas é comum a necessidade da procura exaustiva dos mesmos. O desejável é a existência de vários métodos de procura dos candidatos que devem ser utilizados pelo "líder" de uma AVE. .

2.2.2.3 Formação (desenvolvimento de casos de negócios e compromisso)

Após identificada a oportunidade e os parceiros, a AVE deve construir um completo caso de negócio e estabelecer os múltiplos compromissos requeridos. Até aqui, todos os processos anteriores objetivaram possibilitar a formação de um caso de negócio e de compromissos entre os parceiros. Neste processo os compromissos de cada parceiro são estabelecidos.

Neste processo devem ser tomados alguns cuidados para garantir o sucesso das fases seguintes (operação e dissolução) da empresa virtual.

2.2.2.3.1 Desenvolvimento da estratégia e visão

A AVE deve ser formada tendo como base uma explícita declaração de propósitos. A estratégia é normalmente baseada em uma missão e difere das estratégias das organizações participantes sendo baseada em uma infra-estrutura temporária. Esta estratégia deve cobrir todo o ciclo de vida da AVE e definir como agir em casos de mudanças esperadas ou não.

2.2.2.3.2 Critério de Seleção e Parceria

Esta subcategoria de processos é a real seleção e comprometimento dos parceiros. Idealmente este processo deveria cair nos processos precedentes. No entanto, é provável que as coisas não ocorram de uma forma branda até este ponto. Então deve haver uma coleção de processos para esclarecer todos os papéis determinando os pontos obscuros.

2.2.2.3.3 Métricas da empresa

Parte do processo de formação consiste na determinação das métricas aplicáveis à AVE. Estas serão baseadas nas tradicionais métricas operacionais e financeiras. Tais métricas devem ser capazes de identificar mudanças nos rumos, isto é, elas devem ser capazes de determinar se as metas estão sendo atingidas e possíveis problemas e/ou modificações futuras.

2.2.2.3.4 Capitalização

Aqui o processo tem a função de determinar quem contribui com quais capitais (ou bens) e o compromisso destes bens. Isto significa que uma nova infra-estrutura legal/financeira deve ser criada. Também pode ser necessário determinar uma metodologia de avaliação de propriedades intelectuais.

2.2.2.3.5 Responsabilidades sobre o Produto

Este processo lida com a atribuição de todas as responsabilidades, inclusive aquelas improváveis. Nesta fase é criada uma infra-estrutura legal estabelecendo quem é responsável pelo o que e como o cliente será garantido. Note que garantia não se refere somente ao produto englobando também questões sociais, ecológicas entre outras.

2.2.2.3.6 Estratégias de recompensa e risco

Os dois processos anteriores referem-se à compromissos contratuais. Isto força a determinação detalhada de recompensas e riscos. Presumivelmente, riscos e recompensas estarão correlacionados com recompensas baseadas em riscos. É importante notar que risco (que pode ser ou não de ordem monetária) é uma das métricas que devem ser obtidas na categoria de processo de Formação mais precisamente no processo Métricas da empresa.

Um ponto a se observar é que risco nem sempre esta relacionado com valores monetários e que há outras formas de contribuição de risco como, por exemplo, nome e imagem.

2.2.2.3.7 Estruturas Operacionais

Os processos desta subcategoria relacionam-se à criação de uma infra-estrutura operacional a ser utilizada pela AVE. A infra-estrutura deve apoiar o relacionamento entre parceiros. Relações de reportagem e supervisão devem ser estabelecidas. A hierarquia dos parceiros deve ser explícita. Os agentes responsáveis pela administração da AVE devem ser determinados.

2.2.2.3.8 Plano de Dissolução

AVE's são formadas para explorar uma determinada oportunidade temporária. Desta forma, um plano de dissolução deve ser determinado e a infra-estrutura para a dissolução construída na ocasião da criação da AVE. Como um componente necessário algum tipo de gatilho deve ser criado para determinar o momento da dissolução.

2.2.2.4 Operação

Durante sua operação, a AVE deveria aparecer como uma organização única para observadores externos. Provavelmente há características únicas na operação de AVE's. Outras características podem ser similares ou idênticas à operação de manufaturas descentralizadas e grandes.

2.2.2.4.1 Medidas de Desempenho

Esta coleção de processos implementa métricas que medem os componentes individuais em micro nível, o mais baixo nível de interesse da estratégia da AVE. Mas também deve haver métricas para os níveis macro como as métricas da empresa. Estas métricas devem ajudar a estrutura de risco e recompensa definidos.

2.2.2.4.2 Relações com os Clientes

A AVE deve apresentar-se como uma única organização para alguns tipos de clientes. Desta forma alguns processos devem ser adotados para garantir esta transparência. Presumivelmente, algumas estruturas de risco e remuneração serão baseadas na satisfação do cliente cabendo as métricas medi-las. Algumas métricas deverão medir componentes intangíveis desta relação com o cliente.

2.2.2.4.3 Práticas Operacionais

Estando em funcionamento, a AVE deve funcionar como uma única organização com a diminuição das barreiras entres os participantes.

2.2.2.5 Reconfiguração e Dissolução

Em um ponto pré-determinado do ciclo de vida de uma AVE a oportunidade já terá sido explorada ou terá mudado. Esta define a época da AVE ser dissolvida ou radicalmente reformulada. Este ponto de mudança é assumido ser conhecido e traçado através dos mecanismos métricos.

2.2.2.5.1 Identificação de Necessidades

A AVE tem um ponto de finalização predefinido pela situação da oportunidade. Um processo é necessário para monitorar tal ponto de finalização, com métricas especiais em alguns casos, identificando quando a formação da AVE necessita ser revisada. Estas métricas deverão iniciar mudanças fundamentais na natureza e estrutura da AVE.

2.2.2.5.2 Responsabilidades Residuais

Uma vez dissolvida ou reconstruída, há a necessidade de estabelecerem-se processos para atribuição de responsabilidades residuais. Exemplos de tais responsabilidades seriam garantias aos clientes, benefícios trabalhistas e responsabilidades sobre produtos. O agente ao qual será atribuída essas responsabilidades residuais pode não ser um participante da AVE ou ainda ser um novo participante com um novo papel.

2.2.2.5.3 Dispersão equânime de bens

Uma série de processos são necessários para a distribuição equânime de bens. Para isso deve-se determinar algumas métricas para quantização de ganhos tangíveis e intangíveis.

2.2.2.6 Infra-estruturas

O modelo AVE define quatro infra-estruturas necessárias para a formação de empresas virtuais. Estas infra-estruturas são descritas abaixo:

2.2.2.6.1 Infra-estrutura Física

Relaciona-se com a planta, equipamentos, “layout”, transporte, manipulação ou a quaisquer características físicas da AVE. Assim tem-se dentro desta infra-estrutura os seguintes componentes:

- **Armazenagem/Logística:** Relaciona-se com a movimentação e armazenagem de mercadorias, equipamentos e pessoal;
- **Equipamento:** Este componente lida com os recursos físicos empregados pela empresa virtual para o alcance de suas metas;
- **Físicos:** Este componente relaciona-se com os processos que estão estritamente limitados por leis físicas como, por exemplo, seqüência de montagem;

2.2.2.6.2 Infra-estrutura Legal

Relaciona-se com processos que lidam com instrumentos legais. Internamente tais instrumentos são cláusulas contratuais; externamente eles são formados pelos códigos, leis e regulamentações. Dentro desta questão encontra-se o problema de programação e controle de atividades. Redes de supervisão e papéis de decisão são incluídos.

2.2.2.6.3 Infra-estrutura Social/Cultural

Relaciona-se com regras implícitas e explícitas e questões políticas existentes na organização. As regras de negócio associadas a supervisão são partes desta infra-estrutura. A política, incluindo acordos trabalhistas, competências locais, hábitos são partes da cultura corporativa.

2.2.2.6.4 Infra-estrutura de Informação

Inclui mecanismos usados para criar, administrar e comunicar informação na empresa virtual. No nível de chão de fábrica esta infra-estrutura captura e controla os processos para conduzir o trabalho. Esta infra-estrutura é mais básica que outras desde que cada uma das outras é suportada através do conceito de informação. Na prática, os recursos de software, hardware e telecomunicações, conjuntamente denominados tecnologias de informação, representam a infra-estrutura de informação das empresas virtuais. Além disso os modelos adotados para a empresa virtual também fazem parte da infra-estrutura de informação⁵.

⁵ Mais adiante, no capítulo 3 o conceito de infra-estrutura de informação para empresas virtuais será tratado detalhadamente.

2.3 Integração de Empresas e Empresas Virtuais

A principal característica das empresas virtuais é que elas devem ser capazes de organizarem-se como uma unidade funcional rapidamente. Isto significa que as empresas participantes devem ser capazes de integrarem-se com as demais. Esta integração deve ocorrer em vários aspectos : informações, materiais, coordenação entre outros. Este trabalho ficará restrito ao problema de integração da tecnologia de informação necessária para a formação de empresas virtuais, isto é, ao problema da definição de uma infra-estrutura de informação para empresas virtuais.

2.3.1 Integração de Empresas

Integração significa a união de sistemas para que os mesmos possam funcionar como um todo de forma sinérgica (VERNADAT, 1996). Isto significa a quebra de barreiras entre os sistemas que compõem a empresa de forma que eles possam operar como se fossem um só. A integração de empresas objetiva facilitar os fluxos de materiais, informações e controles através das barreiras organizacionais por meio da conexão de todas as funções necessárias e entidades funcionalmente heterogêneas a fim de melhorar a comunicação, cooperação e coordenação dentro da empresa. A completa integração de uma empresa não depende somente da integração dos “softwares” e “hardwares” utilizados mas também da quebra das barreiras organizacionais.

2.3.1.1 Tipos de Integração

A integração de empresas pode envolver os processos de negócios internos ou ainda processos que ultrapassam as fronteiras organizacionais. De acordo com este critério tem-se os seguintes tipos de integração (VERNADAT, 1996; ELECTRONIC COMMERCE WORLD INSTITUTE, 1996):

- **Intra-empresarial:** quando ocorre a integração dos processos de negócios internos de uma empresa, ou seja, quando procura-se remodelar os fluxos de informações e de materiais entre as diversas divisões administrativas e/ou produtivas de uma mesma empresa;
- **Interempresarial:** quando ocorre a integração entre os processos de negócios de uma empresa com os processos de negócios de outra visando minimizar as barreiras aos fluxos de informações e de materiais entre as mesmas empresas.

↓ Dentre os fatores que estimulam a integração intra-empresarial estão: redução dos custos operacionais nas transações com os clientes e fornecedores, aumento da produtividade, redução das despesas com telecomunicações, aumento da rapidez do fluxo de materiais e produtos, padronização dos procedimentos entre outros (ELECTRONIC COMMERCE WORLD INSTITUTE, 1996).

Uma outra forma de categorizar o tipo de integração que se deseja é através da utilização dos triângulo de Anthony (THE DOOLEY GROUP, 1989). Uma empresa tem que realizar uma série de atividades operacionais diárias para poder conduzir seus negócios. Estas atividades são processamento de ordens, pagamento de contas entre outras. Além disso uma série de outras atividades de gerência devem ser conduzidas para garantir o funcionamento das atividades diárias. Entre estas atividades estão, por exemplo, planejamento de prazos e controle de estoques. Finalmente, há uma última categoria de atividades relacionadas com o planejamento estratégico da organização. Estas atividades devem ser baseadas em informações sobre o ambiente de mercado e as operações estratégicas da empresa. Assim tem-se numa empresa atividades de nível estratégico, gerencial e operacional (Figura 3).

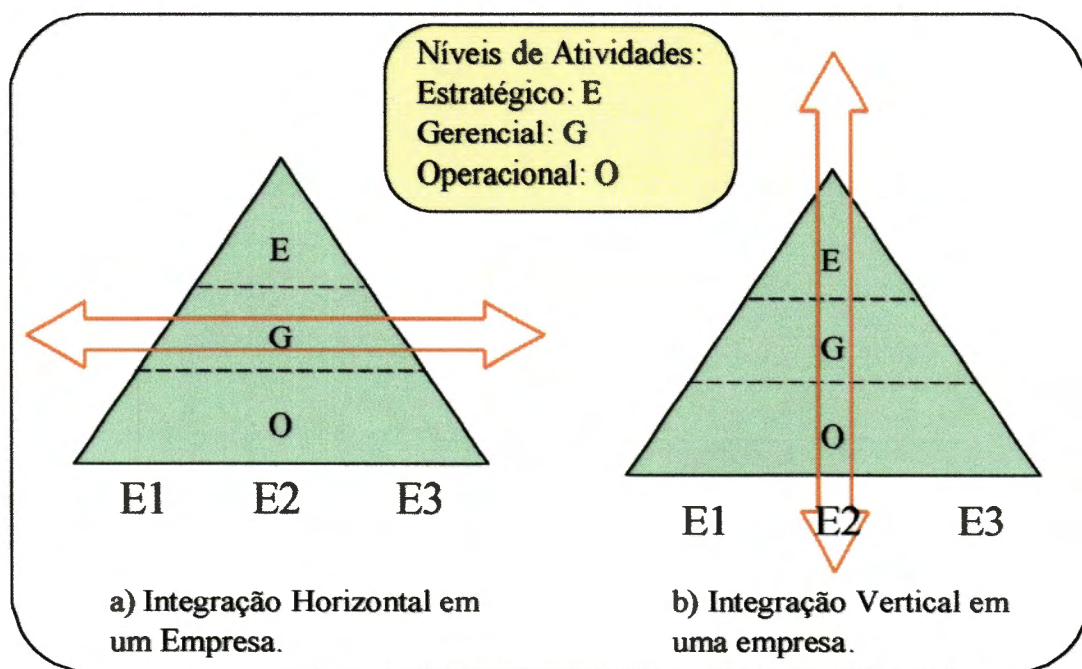


FIGURA 3 - Tipos de Integração empresarial (THE DOOLEY GROUP, 1989).

Entre estes três níveis, há um fluxo de informações ou materiais o qual pode ou não estar integrado. Assim de acordo com o sentido da integração define-se:

- Integração Horizontal: Relaciona-se com a integração física e lógica dos processos de negócios do pedido à entrega de um produto. Estes processos de negócios ultrapassam as barreiras departamentais das empresas (figura 3a);
- Integração Vertical: Relaciona-se com integração entre os vários níveis de atividades de uma empresa, ou seja, com a integração entre os níveis gerencial, operacional e estratégico (figura 3b).
- Integração Geográfica Intra-empresarial: Relaciona-se com a integração entre plantas geograficamente separadas de uma mesma organização;
- Integração Geográfica Interempresarial: Relaciona-se com a integração entre empresas distintas.

Um outro aspecto que pode ser utilizado para caracterizar a integração em uma empresa relaciona-se com os diferentes níveis complementares de integração (Figura 4). Cada um destes níveis apoia-se sobre o anterior. Assim tem-se (AMICE, 1989):

- Integração Física: relaciona-se com a interconexão dos componentes dos sistemas de informação das empresas por meio de redes de computadores e protocolos de comunicação. Exemplos de componentes desta integração física são os protocolos Internet, as arquiteturas MAP, TOP e OSI⁶.
- Integração de Aplicação⁷: relaciona-se com a interoperacionalidade⁸ e distribuição de informações entre sistemas de plataformas heterogêneas. Ambientes de processamento

⁶ MAP, TOP e OSI: Vide Glossário.

⁷ Aplicação: há várias definições possíveis segundo o contexto de uso. Assim, aplicação pode ser 1) um grupo lógico de atividades; uma aplicação é parte de um sistema de informação; ela é composta por um grupo de programas (i.e, softwares) ou recursos de informação desenvolvidos para processar dados em informações. 2) aplicação é um grupo lógico de programas, dados e tecnologias nos quais o usuário final interage para realizar uma função específica ou classe de funções (NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY, 1997).

distribuídos, padrões para troca de mensagens e interfaces para programas de aplicação (“Application Program Interface” - API) são exemplos de componentes necessários a este tipo de integração.

- **Integração de Negócios:** relaciona-se com a integração ao nível da empresa, isto é, com a coordenação do processo de negócio. Este nível de integração exige o conhecimento sobre os processos da empresa para que os mesmos possam ser modelados.

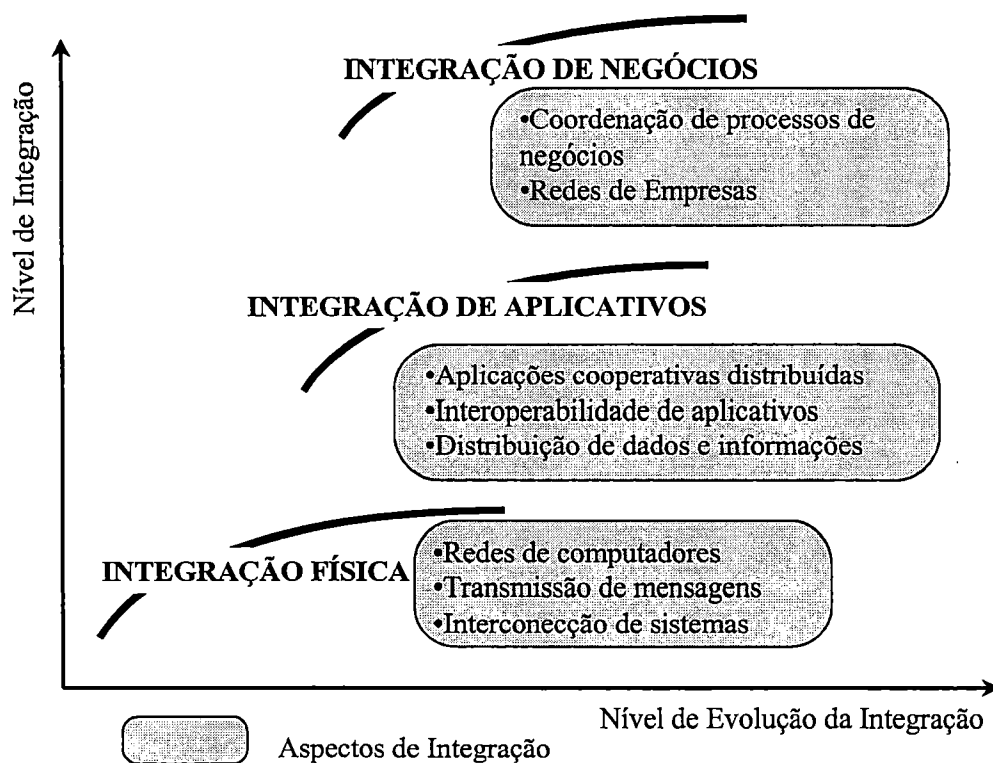


FIGURA 4 - Níveis de Integração de empresas (AMICE, 1989).

2.4 Algumas Tecnologias de Informação

2.4.1 Sistemas Distribuídos

Um sistema computacional distribuído (ou simplesmente, um sistema distribuído) consiste de uma coleção de computadores autônomos interligados por uma rede de

⁸ Interoperacionalidade: refere-se a comunicação entre aplicativos. É a habilidade de duas entidades pares (“peer entities”) envolvidas em uma comunicação trocarem informações havendo entendimento semântico mútuo e uso correto das funcionalidades de cada uma (VERNADAT, 1996).

computadores e equipados com um sistema distribuído de software (COULOURIS et al., 1994). Para o usuário, um sistema distribuído deve comportar-se como um sistema único e integrado e permitir o acesso aos recursos de software e hardware espalhados pelo sistema de forma transparente.

A evolução dos sistemas distribuídos representou uma modificação do antigo modelo computacional da década de 70 baseado em mainframes onde um sistema computacional centralizado era o responsável pelo processamento em tempo compartilhado (“time-sharing”) dos programas enviados através de terminais interativos (chamados terminais burros). Com a evolução dos minis e microcomputadores de silício, o poder computacional aproximou-se dos usuários e paulatinamente os microcomputadores passaram a tomar o lugar dos mainframes em algumas aplicações computacionais. O segundo maior passo para o surgimento do conceito de sistema distribuído foi a prática do compartilhamento de recursos (software e/ou hardware) através das redes de computadores. O compartilhamento de recursos tornou aos usuários atraente a idéia da existência de um sistema distribuído onde os recursos distribuídos pudessem ser utilizados de forma transparente. Além disso, com a atual convergência entre as telecomunicações e os sistemas computacionais, os sistemas computacionais distribuídos representam uma nova forma de intensificar a comunicação entre as pessoas. Assim, sistemas de computação em grupo (“workgroup computing”) abrem a possibilidade de que pessoas trabalhem de forma conjunta mesmo estando separadas fisicamente.

Do ponto de vista técnico, segundo COULOURIS et al. (1994), um sistema distribuído tem, de forma geral, as seguintes características:

- Capacidade de compartilhamento de recursos: Esta é uma característica fundamental dos sistemas distribuídos. Recursos em um sistema distribuídos podem ser softwares ou dispositivos de hardware (impressoras, scanners ou até mesmo outros computadores);
- Abertura: Refere-se à capacidade de um sistema computacional possuir especificações técnicas (sobretudo com relação às interfaces) bem definidas e publicadas. A abertura de um sistema tem como antítese os sistemas proprietários os quais não possuem especificações de interface publicadas de forma completa. Como nem todos os sistemas são idealmente abertos, fala-se em graus de abertura dos sistemas distribuídos;
- Concorrência: Refere-se à capacidade dos computadores executarem mais de um processo de uma só vez;

- **Escalabilidade:** Capacidade de um sistema computacional distribuído operar em qualquer escala, desde a menor possível (dois computadores interligados) até escalas mundiais (com milhares de computadores);
- **Tolerância às faltas:** Um sistema computacional distribuído pode apresentar grande tolerância às faltas e ser imune à falhas localizadas como, por exemplo, panes em algumas das máquinas. A tolerância à falhas baseia-se na existência de dois modelos: a existência de sistemas redundantes (tanto sistemas de software quanto de hardware) e a existência de sistemas de software para recuperação de faltas (que atuam como “gerentes do sistema” impedindo que uma falha localizada cause pane no sistema como um todo);
- **Transparência:** Refere-se à capacidade de um sistema distribuído comportar-se como um sistema único apesar de possuir recursos distribuídos. Aos usuários de um sistema distribuído, o sistema deve comportar-se com um único sistema coeso.

Todas as características assinaladas acima caracterizam um sistema distribuído. Atualmente nem todos os sistemas computacionais distribuídos apresentam simultaneamente todas as características enumeradas acima. De fato, na maioria dos sistemas distribuídos, algumas características acima enumeradas são mais ou menos evidentes (COULOURIS et al., 1994).

Um sistema distribuído é geralmente concebido tendo-se em vista um usuário final que necessita de facilidades computacionais genéricas. Em relação a este usuário, um sistema computacional distribuído deve apresentar algumas características chaves e pontos segundo COULOURIS et al. (1994). Tais características chaves são:

- **Funcionalidade:** Refere-se aos recursos que um sistema distribuído deva oferecer aos usuários. Um sistema distribuído deve oferecer aos usuários recursos e capacidades além daqueles que sistemas isolados podem fazê-lo. Além disso os recursos oferecidos devem atender as necessidades computacionais da maioria dos usuários;
- **Qualidade do serviço:** Refere-se às questões de desempenho (velocidade de processamento), confiabilidade (probabilidade de um sistema manter-se funcionando) e segurança (possibilidade de estabelecimento de políticas de restrição e direito de acesso a recursos em função do usuário).

- Possibilidade de reconfiguração: Compreende a capacidade de um sistema suportar modificações e heterogeneidade de hardware e/ou software. Esta capacidade está intimamente ligada com o grau de abertura de um sistema computacional distribuído.

Todos estes fatores são importantes para o usuário e devem ser pensados quando se planeja um sistema distribuído. No aspecto de funcionalidade um sistema distribuído deve oferecer todos os recursos computacionais e de comunicação necessários para os processos de negócios realizados pelos usuários. Além disso os serviços oferecidos devem apresentar um nível de confiabilidade suficiente para não comprometerem os trabalhos dos usuários. Também deve haver políticas de segurança que protejam as informações sigilosas de acessos não autorizados. Finalmente, devido à evolução dos sistemas de software e hardware, os sistemas distribuídos devem ser desenhados para suportarem modificações parciais sem queda de desempenho ou perda de funções.

2.4.2 Redes de Computadores

2.4.2.1 Generalidades

Segundo SOARES et al. (1995), as redes de computadores são formadas por um conjunto de módulos processadores (estações) capazes de trocar informações e compartilhar recursos, interligados por um sistema de comunicação. O sistema de comunicação constitui-se de um arranjo topológico interligando os vários módulos processadores através de enlaces físicos, (meios de transmissão) e de um conjunto de regras com o fim de organizar a comunicação (protocolos). O sistema de comunicação que interliga as estações é chamado de sub-rede ou, em inglês, “subnet” (TANENBAUM, 1989; SOARES et al., 1995).

De acordo com sua extensão, i.e., de acordo com a área que abrangem, as redes de computadores são classificadas como:

- Redes Locais (“Local Area Network” - LANs): são as redes que se estendem dentro de pequenas regiões de alguns metros até alguns quilômetros. As LANs surgiram da necessidade do compartilhamento e troca de informações e dispositivos periféricos (recursos de hardware e software) nos ambientes de trabalho das organizações. Além de se limitarem a uma “pequena” (note que o conceito de “pequena” é relativo) região, as LANs se caracterizam pelas altas taxas de transmissão (de 0,1 à 100Mbps) e pelas baixas taxas de erro de transmissão (de 10^{-8} a 10^{-10});

- Redes Metropolitanas (“Metropolitan Area Networks” - MANs): são redes com características semelhantes as LANs mas com uma cobertura maior (distâncias metropolitanas).
- Redes Geograficamente Distribuídas (“Wide Area Networks” - WANs): são redes que surgiram para interconectar usuários dispersos em regiões tão grandes quanto países ou até mesmo mundialmente. As WANs são normalmente públicas e gerenciadas por grandes operadoras (públicas ou privadas). As taxas de transmissão das WANs são, em geral, inferiores às LANs e MANs com taxas de erros superiores.

As definições de LANs, MANs e WANs não são precisas e são passíveis de alteração com o avanço tecnológico, pois as taxas de transmissão e de erros tendem a melhorarem com as novas tecnologias.

Basicamente, as linhas de comunicação podem ser ligadas fisicamente de duas formas: ponto-a-ponto (“point-to-point”) ou multiponto (“broadcasting”). Na forma ponto-a-ponto cada extremidade do enlace ou ligação em questão está ligado a apenas dois pontos como mostra a Figura 5. Assim se um terminal A quer se comunicar com um terminal C, toda a comunicação deve primeiramente passar pelo terminal B localizado entre ambos.

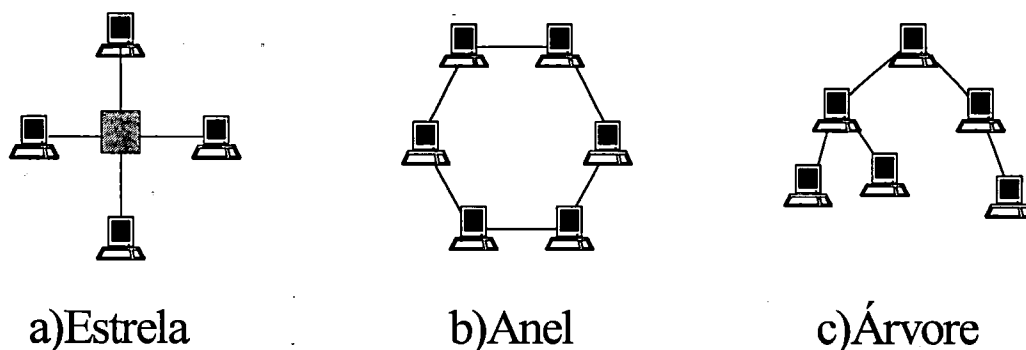


FIGURA 5- Topologias de Redes Ponto-a-Ponto

Na forma multiponto as mensagens são enviadas a um meio de comunicação comum a todos os estações e somente o terminal destino é que responde à mensagem enviada. A forma de ligação multiponto possui variantes como as mostradas na Figuras 6 (TANENBAUM, 1989).

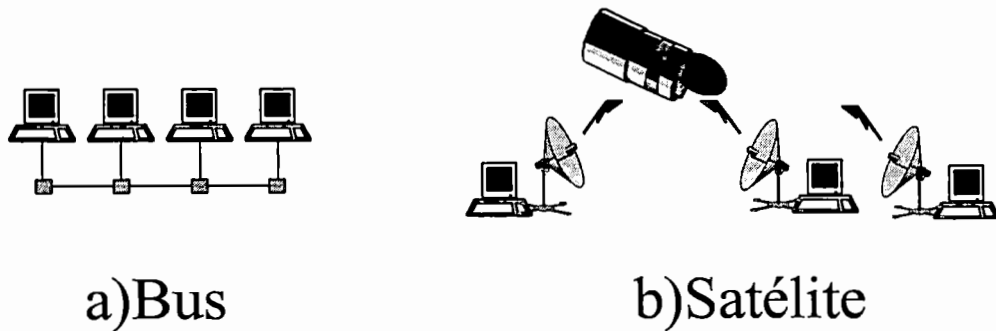


FIGURA 6 - Topologias de Redes Multiponto

Um outro conceito normalmente utilizado em redes de computadores é relativo à forma de utilização do meio físico que conecta as estações. Desta forma tem-se:

- “Simplex”: o enlace é utilizado apenas em um dos dois possíveis sentidos de transmissão (Figura 7a);
- “Half-Duplex”: o enlace é utilizado nos dois possíveis sentidos de transmissão, porém um por vez (figura 7b);
- “Full-Duplex”: o enlace é utilizado nos dois possíveis sentidos de transmissão simultaneamente (figura 7c).

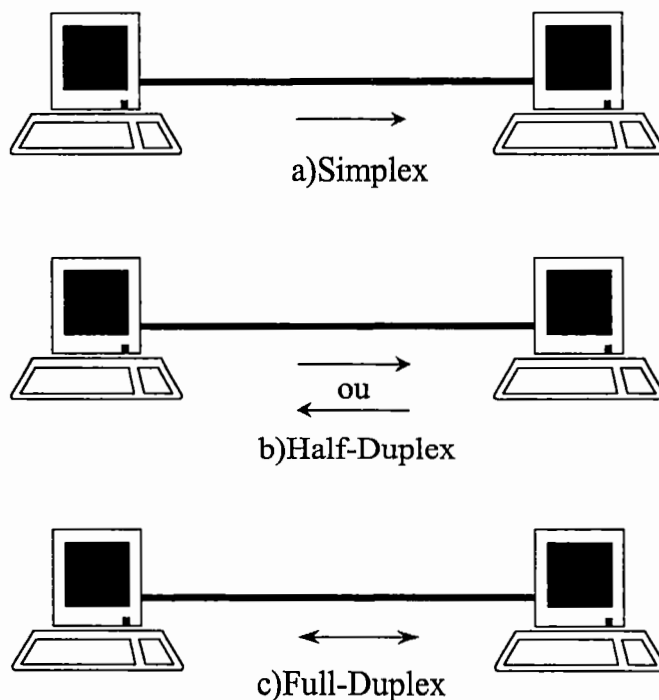


FIGURA 7- Comunicação Simplex, Half-Duplex e Full-Duplex.

Em uma rede de computadores um parâmetro importante é a taxa de transmissão que o canal pode oferecer. Esta taxa de transmissão é usualmente medida em bits por segundo ou bps. Usualmente usa-se prefixos para designar múltiplos desta unidade: quilo bits por segundo (1kbps= 10^3 bps) e mega bits por segundo (1Mbps= 10^6 bps) são os mais utilizados. A taxa de transmissão de uma rede depende de vários fatores:

- protocolos: os diversos protocolos de redes oferecem diferentes taxas de transmissão. Assim enquanto uma rede local "Ethernet" pode transmitir à taxa de 10Mbps, uma rede FDDI pode transmitir a taxa de 100Mbps. Outros fatores tais como mecanismos de roteamento e o número de pontos intermediários entre as estações origem e destino podem influenciar a taxa de comunicação que se pode obter em uma rede de comunicações;
- meio de transmissão: meio de transmissão é o meio físico através do qual a comunicação entre as estações se realiza. A comunicação pode utilizar sinais elétricos, ondas eletromagnéticas ou ondas luminosas (laser ou infravermelho). Assim, por exemplo, se for utilizado sinais elétricos transmitidos através de fios de pares trançados categoria 3, a máxima taxa de transmissão que se pode atingir é de 16Mbps (taxa teórica) e na prática transmite-se à 10Mbps;
- ruído do meio de transmissão: as informações que são transmitidas em um meio físico podem ser alteradas por ruídos presentes neste meio. A taxa de ruído em um meio físico limita a taxa de transmissão que se pode alcançar neste meio;

Outro aspecto importante de uma rede de computadores é o tipo de comutação empregado. Comutação (ou chaveamento) em uma rede de comunicação refere-se à alocação dos recursos da rede (meios de transmissão, repetidores, sistemas intermediários etc.) para a transmissão pelos diversos dispositivos conectados. As duas principais formas de comutação são denominadas comutação por circuitos e comutação por pacotes. Na comutação por circuitos estabelece-se um circuito dedicado entre as duas estações. O estabelecimento do circuito dedicado envolve normalmente três fases: estabelecimento do circuito, transferência de informação e desconexão.

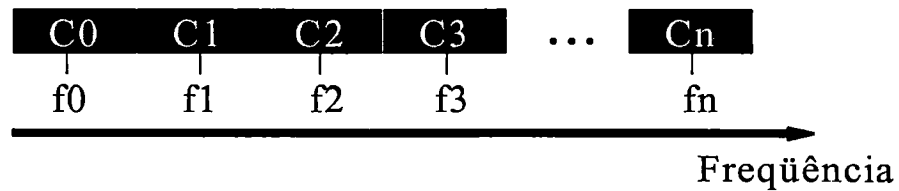
O mecanismo de comutação de pacotes divide a mensagem em segmentos chamados pacotes. Cada pacote recebe entre outras informações o endereço origem e destino. A seguir os pacotes são enviados pela rede de comunicações sendo roteados através de roteadores que se encarregam de enviá-los pelos circuitos corretos até a estação destino. Na comutação por pacotes os mesmos podem ser transmitidos por circuitos distintos e por isso chegarem fora

de ordem. Por isso é necessária a existência de mecanismos de recuperação da mensagem original a partir dos pacotes enviados. A comutação por pacotes é freqüentemente utilizada, pois garante um melhor aproveitamento dos circuitos de transmissão, pois a capacidade do meio de transmissão é dinamicamente alocada.(SOARES et al., 1995). No entanto, na comutação por pacotes, não há como garantir o tempo de entrega de pacotes como ocorre na comutação por circuitos. Algoritmos adequados podem compensar a aleatoriedade do tempo de entrega dos pacotes.

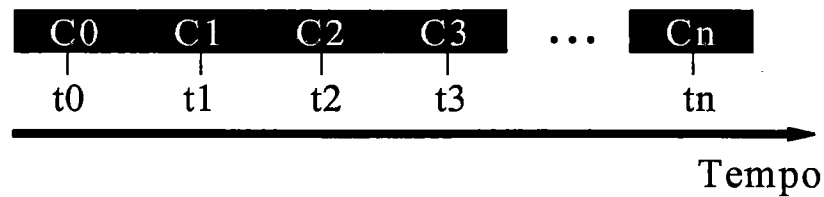
Geralmente o tráfego de informações entre estações é na forma de rajadas, i.e., a menos de algumas formas de tráfegos (mídias como, por exemplo, áudio e vídeo), há períodos de atividade (transmissão de informações) e grandes períodos de inatividade (quando não há transmissão de informações). Por este motivo a banda passante de um meio físico geralmente não é totalmente utilizada. Para possibilitar uma otimização da utilização da banda passante, empregam-se técnicas de multiplexação. Há basicamente duas formas de multiplexação: na freqüência (“Frequency Division Multiplexing” - FDM) e no tempo (“Time Division Multiplexing” - TDM).

Na multiplexação em freqüência (FDM) o espectro de freqüência de um meio de transmissão é dividido em canais. Desta forma consegue-se vários canais em um mesmo meio de transmissão simultaneamente. Pode-se fazer uma analogia entre esta forma de multiplexação e as estações de rádio FM que ocupam diferente faixas do espectro eletromagnético.

A multiplexação no tempo (TDM) é obtida através da alocação de diferentes canais em diferentes intervalos de tempo um mesmo meio de transmissão. Nesta forma de multiplexação cada canal utiliza um intervalo de tempo para realizar sua transmissão. Pode-se fazer uma analogia entre esta forma de transmissão em uma estação de rádio onde uma parte do tempo é reservada à programação da rádio (músicas, locuções etc.) e outra é reservada aos anúncios dos patrocinadores (propagandas). A Figura 8 mostra estas duas formas de multiplexação esquematicamente.



a) Multiplexação em Frequência (FDM)



b) Multiplexação no Tempo (TDM)

Cn Canal n

FIGURA 8 - Tipos de Multiplexação (FDM e TDM).

2.4.2.2 Arquiteturas e Padrões de Redes de Computadores

Para possibilitar uma linguagem comum entre os usuários e projetistas de redes de computadores, foram criadas as arquiteturas de redes. As arquiteturas de redes são formadas pelos seguintes componentes segundo SOARES et al. (1995):

- camadas hierárquicas (níveis): segmentos da arquitetura que provê serviços para as camadas superiores e utilizam os serviços das camadas inferiores. Cada camada pode ser pensada como um programa ou processo, implementado por hardware ou software, que se comunica com o processo correspondente na outra máquina;
- protocolos: conjunto de regras que governam a conversação entre níveis equivalentes em estações distintas;
- interfaces: limites entre níveis adjacentes.

A Figura 9 mostra esquematicamente o relacionamento entre as camadas hierárquicas, protocolos e interfaces. Note que a troca de dados entre níveis específicos não é realizada horizontalmente mas sim verticalmente através das interfaces com os níveis inferiores níveis inferiores.

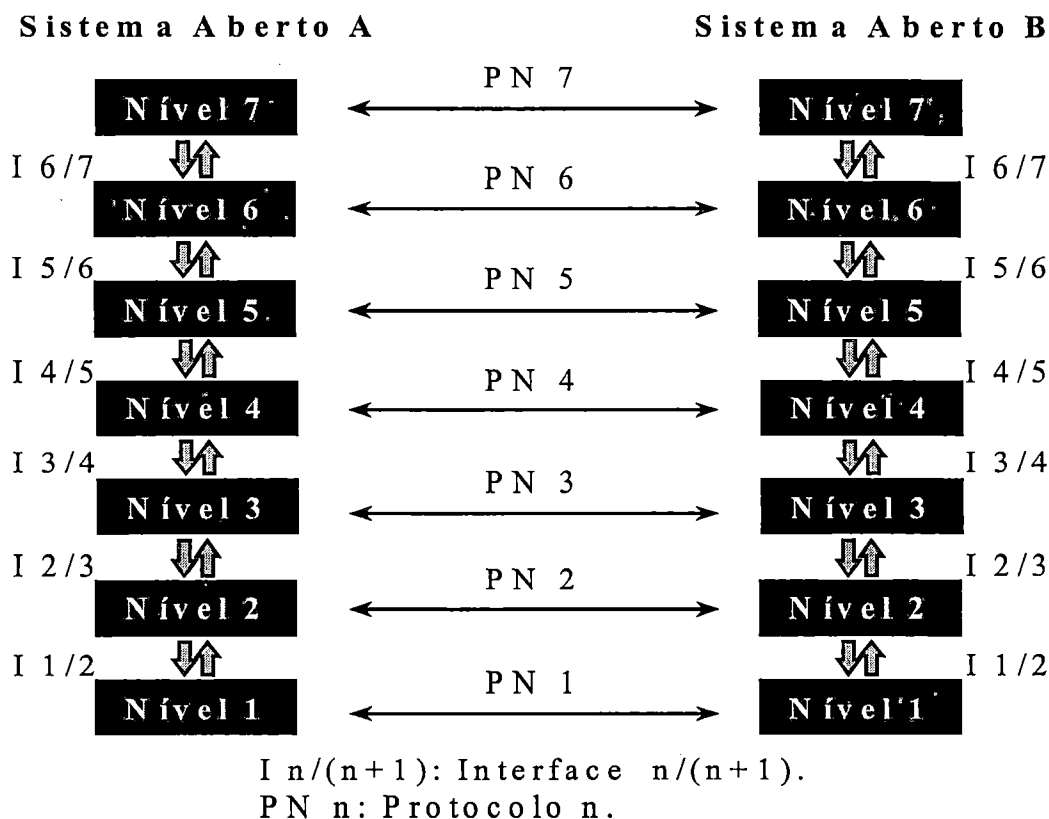


FIGURA 9 - Arquitetura em Camadas: Representação Esquemática.

Os padrões de arquiteturas de redes podem ser de duas formas: “de facto” (do latim “de fato”) ou “de jure” (do latim “por força de lei”). Os padrões que surgem de facto aparecem sem que haja qualquer plano formal. Um exemplo de padrão de facto é o microcomputador PC, originalmente um padrão IBM depois adotado por outros fabricantes. Por outro lado, padrões de jure são adotados por organizações de padronização por força de lei. Os principais órgãos de padronização de redes de computadores são: o “Institute of Electrical and Electronics Engineers Standards Boards” (IEEE), o “American National Standards Institute” (ANSI), o “International Organization for Standardization” (ISO), o “Comité Consultatif International de Télégraphique et Téléphonique” (CCITT atualmente denominado “International Telecommunications Union” - ITU-T) e a “International Electrotechnical Commission” (IEC).

Particularmente, o Modelo de Referência da ISO, o “Reference Model-Open Systems Interconnection Reference Model” (RM-OSI) é de grande importância, pois define uma base comum para o desenvolvimento coordenado de padrões para interconexão de sistemas. Convém observar que o modelo RM-OSI não foi concebido para ser um modelo de implementação e sim para ser um modelo de referência, desta forma não são definidos

detalhes de implementação. O RM-OSI define sete camadas hierárquicas (níveis) como mostrado na Figura 10. Os sete níveis definidos pelo modelo RM-OSI são:

- **Nível Físico:** fornece as características mecânicas, elétricas, funcionais e de procedimento para ativar manter e desativar conexões físicas para a transmissão de bits entre entidades de nível de enlace possivelmente entre sistemas intermediários;
- **Nível de Enlace de Dados:** detecta e opcionalmente corrige erros que possam ocorrer no nível físico. Desta forma o nível de enlace converte um canal não confiável em um canal confiável para o nível superior (Nível de Rede). Para tornar um canal confiável o nível de enlace de dados divide a mensagem em quadros cada um contendo esquemas de redundância e de detecção de erros;
- **Nível de Rede:** fornece ao nível de transporte (imediatamente superior) uma independência quanto a considerações de chaveamento e roteamento associado ao estabelecimento e operação de uma conexão de rede. Entre suas funções estão o roteamento e o controle de congestionamento da rede;

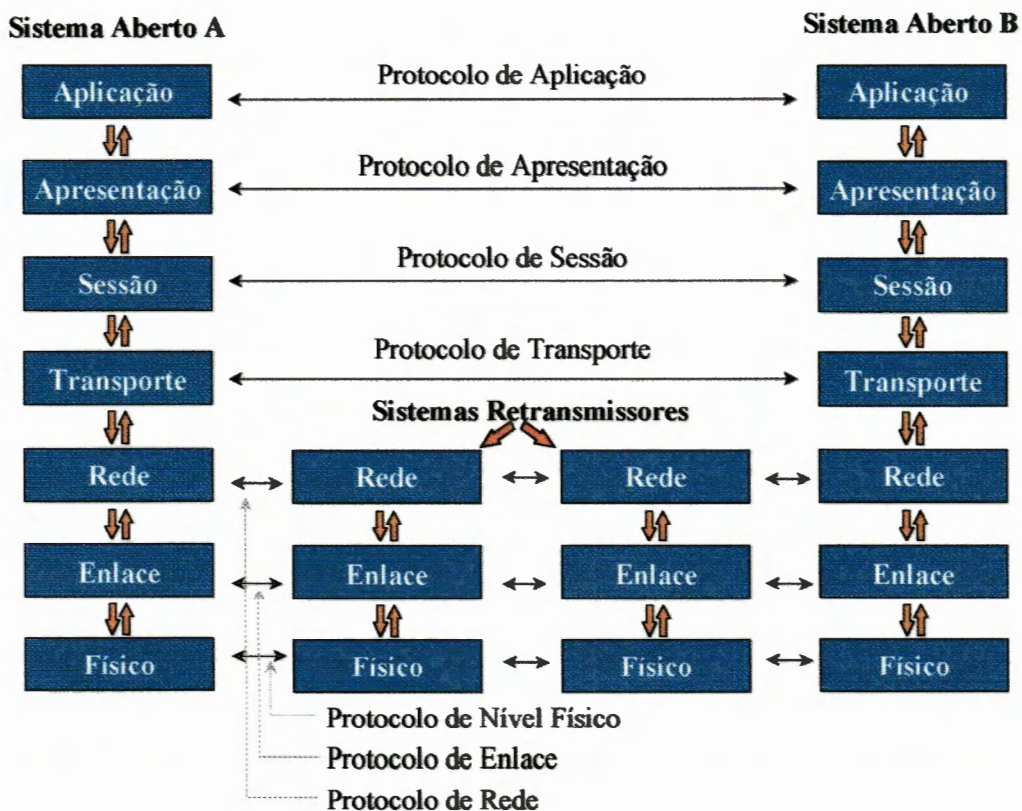


FIGURA 10 - Modelo RM-OSI da ISO

- **Nível de Transporte:** garante a comunicação fim-a-fim, isto é, a entidade do nível de transporte da máquina origem se comunica com a entidade do nível de transporte da máquina de destino. Duas funções executadas por este nível são a multiplexação e o “splitting” (uma conexão de transporte ligada à várias conexões de rede) de conexões;
- **Nível de Sessão:** fornece mecanismos que permitem estruturar os circuitos oferecidos pelo nível de transporte. Os principais serviços fornecidos pelo nível de sessão são: gerenciamento de “token”, controle de diálogo e gerenciamento de atividades;
- **Nível de Apresentação:** realiza transformações adequadas (compressão de textos, criptografia, conversão de padrões de terminais e arquivos para padrões de rede e vice-versa) nos dados, antes de seu envio ao nível de sessão;
- **Nível de Aplicação:** define funções de gerenciamento e mecanismos genéricos que servem de suporte à construção de aplicações distribuídas;

O modelo de RM-OSI é de grande importância já que devido ao seu caráter genérico, serve de referência para outras arquiteturas e padrões.

O modelo RM-OSI permite a análise de várias arquiteturas como por exemplo o IEEE 802 elaborado em 1980 pela IEEE “Computer Society”. O IEEE definiu uma arquitetura de três camadas a qual a [Figura 11](#) apresenta relacionado-a com o RM-OSI.

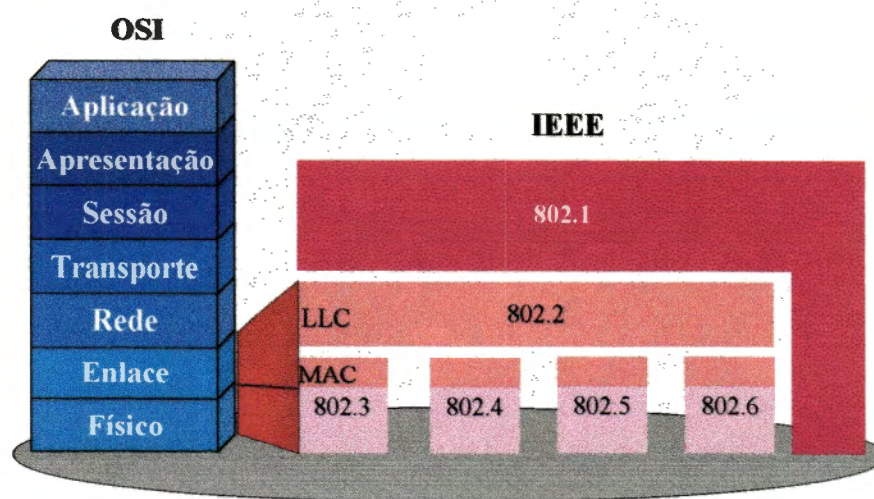


FIGURA 11- Relação entre o Padrão IEEE e a Arquitetura RM-OSI (SOARES et al., 1995)

O padrão IEEE 802.1 é um documento que descreve o relacionamento entre os principais padrões IEEE 802 e o relacionamento deles com o modelo de referência OSI. Este documento contém padrões para o gerenciamento da rede e para a ligação inter-redes. O padrão IEEE 802.2 descreve a sub-camada superior do nível de enlace, que utiliza o protocolo "Logical Link Control Protocol" (LLC - usado para detecção de erros, montagem de quadros, endereçamento, gerenciamento de comunicação entre outras funções). Outros padrões (IEEE 802.3, IEEE 802.4, IEEE 802.5 e IEEE 802.6) especificam diferentes opções de nível físico e protocolos de acesso ao meio ("Medium Access Control" - MAC) para diferentes tecnologias de redes locais.

Finalmente, há a arquitetura Internet TCP/IP que foi desenvolvida para interligação de redes de diferentes tecnologias. Esta arquitetura teve seu desenvolvimento patrocinado pela "Defence Advanced Research Projects Agency" (DARPA) e está organizada em cinco camadas como mostra a Figura 12 (SOARES et al., 1995):

- Nível de aplicação: os usuários usam programas de aplicação para acessar os serviços disponíveis na inter-rede. As aplicações interagem com o nível de transporte para enviar e receber dados. Os programas de aplicação podem utilizar o serviço orientado à conexão, fornecido pelo "Transfer Control Protocol" (TCP) ou pelo serviço não-orientado à conexão, fornecido pelo "User Datagram Protocol" (UDP).
- Nível de transporte: a função deste nível é permitir a comunicação fim-a-fim entre aplicações. As funções fornecidas por esta camada são: controle de erros, controle de fluxo, seqüenciação e multiplexação do acesso ao nível inter-rede;
- Nível inter-rede: é o responsável pela transferência de dados através da inter-rede, da origem ao destino. O protocolo utilizado neste nível é o "Internet Protocol" (IP);
- Nível interface de rede: realiza a tradução entre os endereços IP (Internet) e os endereços da rede física de tecnologia específica (como por exemplo "Ethernet", FDDI, "Token Bus" ou "Token Ring");

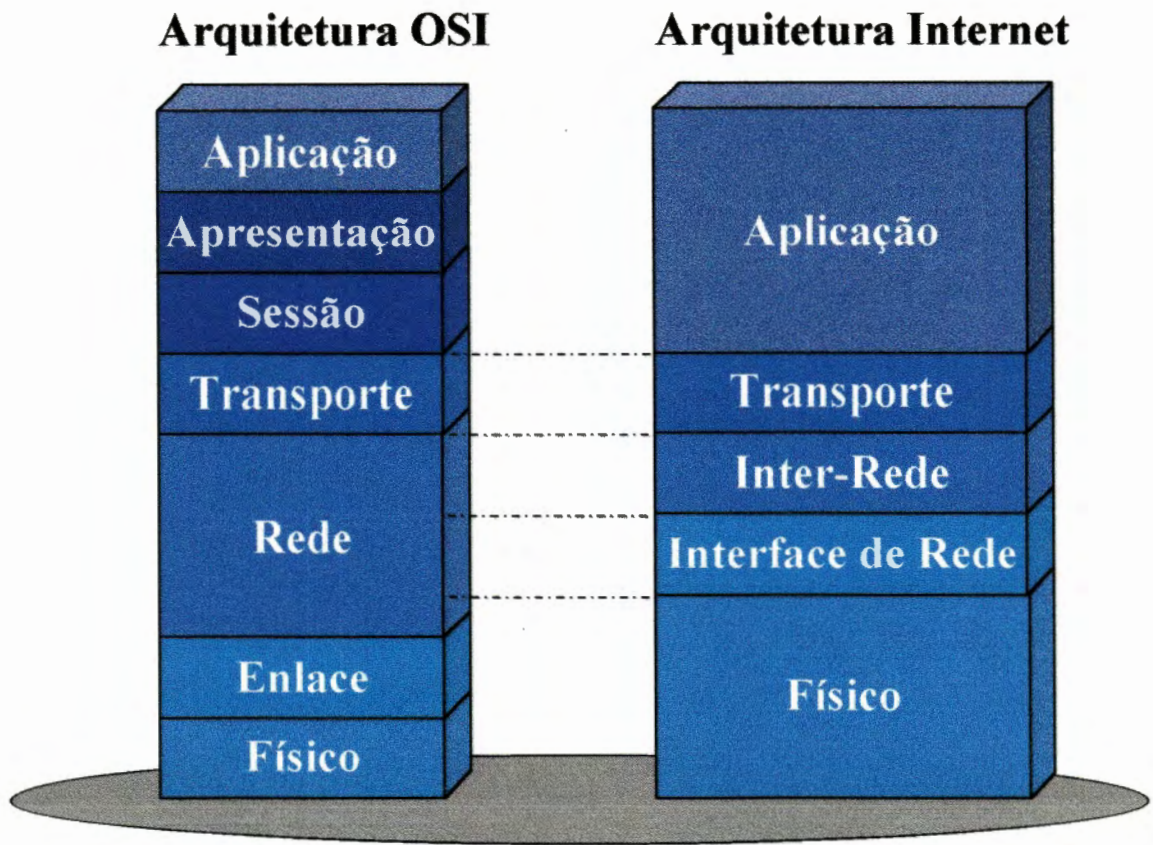


FIGURA 12 - Relação entre o modelo OSI e a arquitetura Internet (SOARES et al., 1995)

Os protocolos da arquitetura Internet TCP/IP oferecem uma solução para o problema de inter-conexão de sistemas abertos. A utilização do protocolo IP garante que redes de tecnologias distintas sejam interligadas através de gateways que possuem a responsabilidade de transferir mensagens de uma rede para a outra (inter-rede ou “internetworking” de onde vem o nome Internet para a rede mundial que utiliza a arquitetura TCP/IP). A [Figura 13](#) esquematiza o conceito de inter-rede.

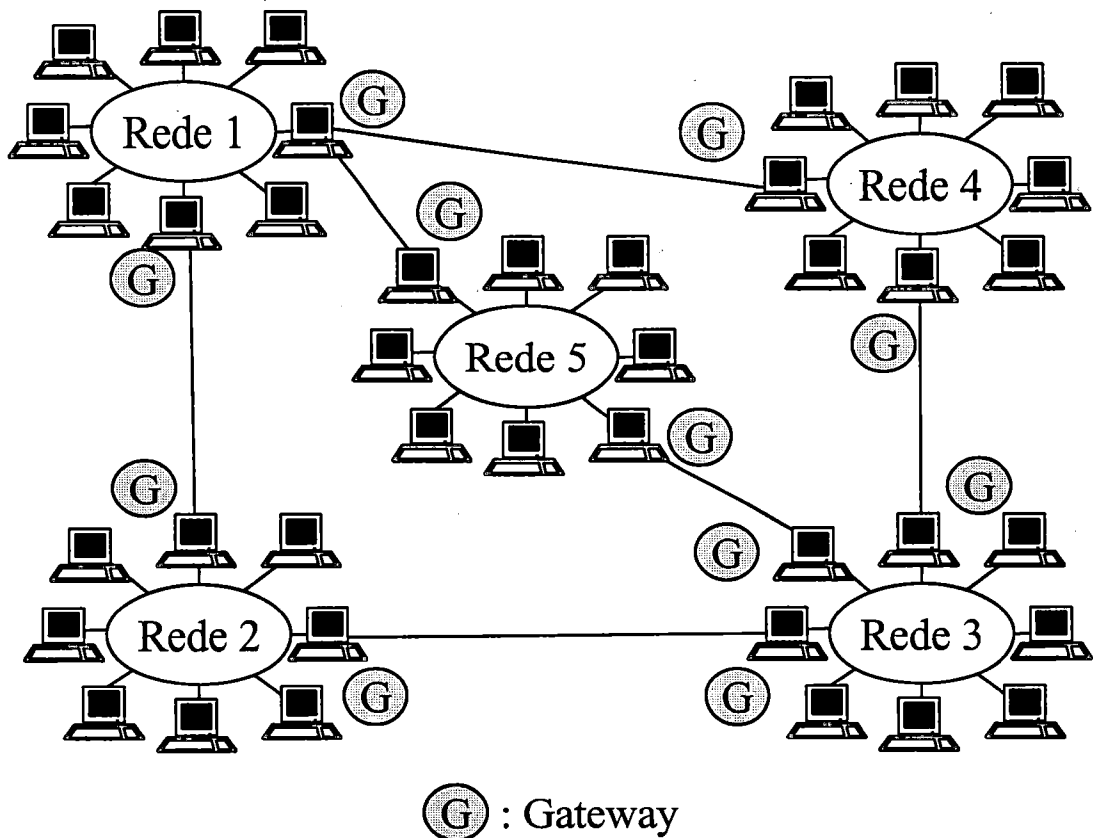


FIGURA 13 - O conceito de Inter-Rede.

Segundo COMER (1991), algumas características que distingue a arquitetura Internet TCP/IP são:

- Independência em relação à tecnologia de rede: O protocolo TCP/IP é baseado na tecnologia de comutação de pacotes e é independente da tecnologia de rede utilizada (como, por exemplo, Ethernet ou FDDI). O protocolo TCP/IP define uma unidade de transmissão de dados chamado datagramas e especifica como transmitir datagramas em tecnologia de redes específicas;
- Interligação universal: A tecnologia TCP/IP permite que um par de computadores possam comunicar entre si. A cada computador conectado a uma rede Internet TCP/IP é atribuído um endereço único que possibilita que um datagrama chegue ao computador a que se destina;
- Reconhecimento de transmissão fim-a-fim: O protocolo Internet possibilita o reconhecimento de chegada de datagramas entre as estações remetente e destinatária dos

datagramas. As estações entre as estações remetentes e destinatárias não realizam o reconhecimento de transmissão;

- Padrões de protocolos de aplicações: Além dos serviços básicos de transporte de datagramas (TCP e UDP), a arquitetura Internet oferece uma série de serviços como, por exemplo, correio eletrônico, transferência de arquivos e acesso remoto;

Devido a sua importância para a elaboração de infra-estruturas de informação para empresas virtuais, a arquitetura Internet TCP/IP será detalhada adiante.

2.4.2.3 Tecnologias de LANs e MANs

A evolução das LANs deu-se principalmente durante a década de 80. Com a disseminação da utilização dos microcomputadores pessoais (“Personal Computer” - PC) a utilização dos computadores como um recurso de uso individual se multiplicou. Paulatinamente o tradicional mainframe foi perdendo espaço para os computadores pessoais em tarefas rotineiras como cálculos em planilhas (uma das invenções de software que contribuiu para a venda de PCs) e editoração de texto. Logo ficou aparente os benefícios que uma rede de computadores interligando as máquinas trariam: possibilidade de compartilhamento de software e hardware (periféricos tais como impressoras e plotters). Além disso a possibilidade de melhorar a comunicação entre os usuários com sistemas de diretórios e correio eletrônico.

Atualmente as tecnologias mais populares de redes locais e metropolitanas são a Ethernet (semelhante ao padrão IEEE 802.3), Token Ring (IEEE 802.5) e FDDI (ANSI X3T9.5). Cada uma destas tecnologias possuem características próprias e foram concebidas para redes locais que se estendem de alguns metros à dezenas de quilômetros.

A tecnologia Ethernet é baseada na técnica 10Mbps CSMA-CD (“Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection”) na qual todas as estações competem entre si para ganharem acesso ao meio de transmissão (RAD, 1996; SOARES et al., 1995). Portanto, a topologia da Ethernet é em “broadcasting” em barra (“bus”). Quando uma estação não detecta transmissão na rede local, ela transmite. Se duas estações transmitirem simultaneamente, ambas estações são capazes de detectarem a colisão e interromper a transmissão. Após um período de tempo aleatório cada estação tentará obter acesso ao meio.

Algumas vantagens da tecnologia Ethernet são:

- é um padrão bem estabelecido para meios de transmissão tais como cabo de par trançado, cabo coaxial e fibra óptica, ondas eletromagnéticas ou infravermelho;
- pode ser utilizada com dispositivos centralizadores (“hubs”) que aumentam a tolerância à faltas e melhora a administração.

Algumas desvantagens do padrão Ethernet são:

- limitações de topologia física devido a problemas de retardo de transmissão (“delays”);
- a técnica CSMA/CD reduz a taxa de envio de informações da rede como um todo (quando a carga atinge aproximadamente 30% os retardos aumentam muito devido à contenção entre as estações, segundo RAD, 1996));

A tecnologia Token Ring é baseada na passagem de permissão (“Token Passing”) e pode atingir velocidade de 4 ou 16Mbps. Nesta tecnologia uma mensagem permissão de acesso (“token”) é passada através de uma topologia em anel e somente a estação que possui esta mensagem é que pode transmitir. Desta forma a topologia de uma rede Ethernet é ponto-a-ponto em estrela (mais confiável) ou anel.

Algumas vantagens da tecnologia Token Ring são:

- algoritmo de acesso ao meio determinístico que garante um máximo tempo de transmissão previsível;
- alto grau de tolerância à faltas e confiabilidade;
- alto grau de flexibilidade topológica no que diz respeito às distâncias e tipos de meios de transmissão (cabo par trançado, fibra óptica ou cabo coaxial).

Dentre as desvantagens da tecnologia Token Ring estão:

- custo de hardware superior;
- o número de estações é normalmente limitado à 250 devido à problemas de desvio em fase e tempo do sinal transmitido (jiter).

Finalmente a tecnologia FDDI (“Fiber Distribution Data Interface”) também é baseada na passagem de permissão de transmissão (“Token Ring Passing”) e opera a taxas de 100Mbps ou mais (por exemplo, o padrão FDDI III pode atingir velocidades de até

2,4Gbps). A forma de funcionamento das redes FDDI é semelhante às redes Token Ring porém com melhorias de administração, flexibilidade topológica, número de estações e desempenho. A tecnologia FDDI foi inicialmente definida para uso com fibra óptica mas admite atualmente outros meios de transmissão tais como pares trançados. Geralmente a tecnologia FDDI é utilizada para interligação de LANs em uma área específica como por exemplo em um campus universitário ou em empresas com edifícios separados uns dos outros.

Algumas vantagens da tecnologia FDDI são:

- alta resistência para aplicações em interligações tipo "backbones";
- alta taxa de envio de informações da rede como um todo (somente quando a carga atinge aproximadamente 90% os retardos aumentam muito, segundo RAD, 1996);
- Padronização para interligação com outras tecnologias (Ethernet, Token Ring);
- Alcança distâncias de até 100Km;
- O número de estações pode chegar a 500.

A principal desvantagem da tecnologia FDDI é o custo elevado para utilização em redes locais de PC.

As três tecnologias descritas acima são as mais utilizadas atualmente e oferecem soluções para a maioria dos problemas de conectividade em redes locais e metropolitanas. No entanto, às vezes pode haver em uma mesma organização várias LANs de tecnologias distintas que por razões técnicas (segurança, administração ou desempenho) ou organizacionais (integração entre departamentos) devem ser interligadas.

Para realizar a interligação de LANs (ou MANs), de tecnologias distintas (ligação inter-redes ou "internetworking") ou não, há diversos equipamentos específicos. Estes equipamentos podem atuar de várias formas: somente no sinal elétrico (ou seja, até o Nível Físico do modelo RM-OSI), até os protocolos de acesso ao meio (camada MAC-) ou mesmo nos pacotes propriamente ditos (ou seja, até ao Nível de Rede no modelo RM-OSI). De acordo com a forma que o dispositivo atua na interligação de redes ele possui diversos nomes (RAD, 1996); SOARES et al., 1995):

- Repetidores: utilizados, geralmente, para a interligação de duas ou mais redes idênticas. Atuam no nível físico recebendo os pacotes de informações e repetindo-os sem qualquer tipo de tratamento sobre os mesmos;
- Pontes: atua nos protocolos em nível de enlace. Ao contrário dos repetidores, as pontes só repetem os pacotes destinados às redes que interligam ou que devem passar pelas redes que interligam até chegarem ao seu destino final;
- Roteadores e Gateways: realizam a interligação entre LANs e WANs (usualmente entre redes públicas e corporativas). Atuam no nível de rede do modelo RM-OSI;

Basicamente são estas as principais tecnologias utilizadas em redes locais e metropolitanas. A Figura 14 mostra, de forma esquematizada, uma rede contendo as tecnologias acima descritas. Há entretanto um grande número de outras técnicas com soluções para os mais diversos problemas de interligação de computadores. No entanto, para os propósitos deste trabalho, a descrição apresentada é suficiente para prover o leitor de uma idéia básica a respeito das mais comuns tecnologias de redes locais e metropolitanas.

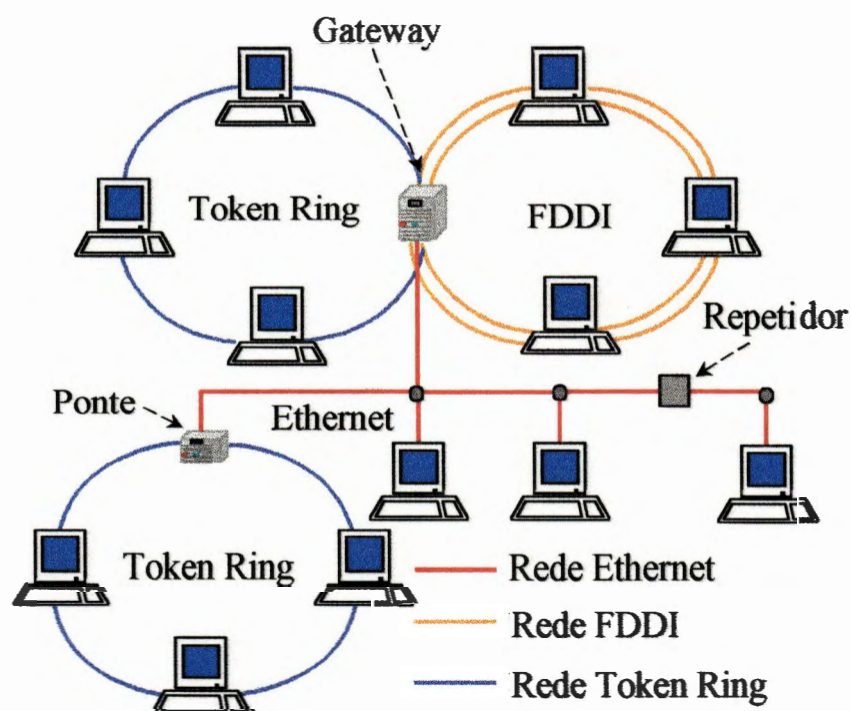


FIGURA 14 - Topologia Fictícia para uma de rede local.

2.4.2.4 Tecnologias de WANs

As Redes Geograficamente Distribuídas (WANs) apareceram como um desdobramento do sistema telefônico destinado à comunicação de voz.

Segundo SOARES et al. (1995), com o crescimento da demanda por serviços específicos para transporte de dados digitais, os órgãos de padronização, especialmente o CCITT (ITU-T), desenvolveram um conjunto de padrões destinados a novos tipos de serviços: transmissão de dados, videotexto, correio eletrônico entre outros. Cada um destes serviços utilizavam de redes específicas (sistemas de transmissão e protocolos próprios). Com o maior emprego de tecnologias digitais, iniciou-se um esforço para a definição de uma rede que pudesse suportar todos estes serviços. Estas redes passaram a serem chamadas de Redes de Serviços Integrados. Por exigirem um alto investimento, estas redes são normalmente mantidas por grandes empresas operadoras estatais ou privadas. Estas empresas operadoras podem oferecer, além do serviço básico de transmissão de dados, outros serviços como, por exemplo, sistemas de banco de dados (endereços, dados financeiros, estatísticas), sistemas de informações jornalísticas, sistemas de diretório, correio eletrônico e sistemas de comércio eletrônico (como, por exemplo, "Electronic Document Interchange" - EDI). Quando estes, e outros serviços, são oferecidos por uma empresa operadora, a rede é denominada de Rede de Valor Agregado ("Value Added Networks" - VANs).

A interligação entre LANs, formando-se WANs, pode ser realizada das mais diversas formas : através de enlaces dedicados ponto-a-ponto sem comutação (Linhas Privativas de Comunicação de Dados-LPCDs, ou em inglês, "Leased Lines") ou através da utilização de serviços de redes públicas digitais (X.25, Frame Relay, ISDN entre outras).

A utilização de Linhas Privativas de Comunicação de Dados é comum quando se deseja interligar de forma exclusiva duas ou mais LANs geograficamente distribuídas. As LPCD podem utilizar os meios de transmissão do próprio sistema de telefonia ou ainda outras formas como, por exemplo, enlaces de rádio (meio de transmissão eletromagnético) ou fibra óptica. A utilização de moduladores/demoduladores ("modems") nas extremidades do enlace garante a transmissão de dados e o tratamento de erros. As velocidades das LPCDs variam de acordo com a tecnologia empregada variando de 2.400bps à 2,048Mbps (padrão E1, usualmente utilizado no Brasil) ou mais. Tecnologias de multiplexadores permitem que as LPCDs sejam melhor aproveitadas e que tráfegos de dados e voz sejam transmitidos num mesmo meio. As LPCDs são amplamente utilizadas no Brasil, principalmente por Bancos e

empresas que precisem interligar plantas geograficamente distantes. As vantagens do emprego das LPCDs são a integração de serviços de voz, dados e imagens num único meio de transmissão; a segurança do meio e a alta taxa de transmissão. No entanto, as LPCDs são inflexíveis e não permitem acessos comutados. Logo, frente aos novos serviços de redes de dados que permitem a comutação, as LPCDs são vantajosas principalmente quando são necessários circuitos exclusivos e dedicados (o sistema bancário é o melhor exemplo desta situação onde deve-se garantir um acesso direto, ou on-line, entre as agências e os Centros de Processamento de Dados-CPDs).

As redes digitais comutadas representam uma alternativa flexível quando há a necessidade do estabelecimento de conexões temporárias. Dentre as principais tecnologias e padrões de redes digitais comutadas estão: X.25, Frame Relay, ISDN e ISDN-B.

A rede digital comutada X.25 é uma tecnologia de comutação de pacotes primeiramente definida em 1976 pelo CCITT (RAD, 1996) e desde então o protocolo X.25 tem passado por uma série de revisões. Segundo TANENBAUM (1989), o protocolo X.25 corresponde aos níveis inferiores do modelo RM-OSI, mais precisamente aos Níveis Físicos, de Enlace e de Rede. O protocolo X.25 define a interface entre as estações (denominado "Data Terminal Equipment" - DTE) e o equipamento de transmissão de dados (denominado "Data Circuiting Equipment"). Entre os DCEs há os equipamentos de transmissão/comutação denominados "Data Switching Equipment" (DSE). A Figura 15 mostra a relação entre os níveis do modelo RM-OSI e o protocolo X.25. O protocolo X.25 possui algoritmos de detecção e tratamento de erros, sendo ideal para sistemas com enlaces ruidosos segundo RAD (1996). No Brasil a maioria das empresas de telecomunicações possui serviços de redes comutadas X.25.

Segundo RAD (1996), a tecnologia de Frame Relay é uma técnica de comutação rápida de pacotes que procura simplificar os protocolos de rede com a finalidade de diminuir custos e aumentar o fluxo de dados. Nesta tecnologia, a topologia física da rede é dissociada da topologia lógica e a interligação entre duas estações é garantida por circuitos virtuais cuja taxa de transmissão pode ser adaptada à demanda (RICKARD, 1992). O emprego do Frame Relay é adequado onde as estações finais de uma transmissão são inteligentes (estações de trabalho ou interligação de LANs) e as linhas de transmissão são de alta qualidade. O protocolo Frame Relay é semelhante ao protocolo X.25 com uma simplificação no processamento dos pacotes nas estações intermediárias de uma ligação o que garante a redução dos tempos de transmissão ("delays"). Desta forma toda detecção de erro, controle



de congestionamento são realizados pelas estações finais de uma transmissão. Em relação ao modelo RM-OSI a tecnologia Frame Relay utiliza somente os primeiros dois níveis (físico e de enlace).

Outra tecnologia amplamente divulgada na Europa e EUA é a tecnologia “Integrated Services Digital Network” (ISDN⁹) utilizada para transmissão de voz e dados (incluindo vídeo, gráficos e sons) através de sinais digitais na rede pública de telecomunicações (FITZGERALD, 1992). Esta tecnologia inclui padrões de protocolos de transmissão digital, adaptadores, linhas de comunicação utilizadas, equipamentos de comutação e suas interfaces. A proposta é substituir uma grande parte do sistema telefônico mundial por um sistema digital avançado, integrando serviços de voz e não-voz. Cria-se a noção de “duto de bits digital (bidirecional)” entre o usuário e a concessionária.

Segundo TANENBAUM (1989), dentre os benefícios da tecnologia ISDN estão:

- Eliminação das linhas de dados dedicadas: o ISDN representa uma alternativa ao alto custo das linhas dedicadas para transmissão de dados. Além disso o ISDN possibilita a conexão com toda a rede de telecomunicações;
- Aumento da velocidade e produtividade: com o ISDN há menos erros de transmissão, retransmissões, tentativas de envio de dados perdidos e menos ambigüidade no sinal. Todas estas características refletem em uma superior qualidade de transmissão de dados e numa maior confiabilidade;
- Transmissão simultânea (três linhas em uma): através da divisão lógica dos canais, dados de diferentes fontes podem ser enviados simultaneamente aumentando a produtividade. Por exemplo, é possível conversar ao telefone e ao mesmo tempo enviar um fax através de uma mesma linha ISDN;
- Combinação de canais oferecendo maior banda: a tecnologia ISDN possibilita que os canais B (64kbps) sejam combinados para enviar arquivos grandes como, por exemplo, imagens animadas e gráficos ou ainda videoconferência. Estes mesmos canais podem ser divididos novamente para uso normal (voz, fax ou e-mail);

⁹ ISDN: No Brasil é denominada “Rede Digital de Serviços Integrados” – RDSI.

- Uso da linha para diversos tipos de serviços: a transmissão de dados através da tecnologia ISDN pode ser utilizadas por vários e diferentes tipos de serviços (fax, dados, gráficos, som de alta fidelidade, imagens animadas);
- Conexão de vários equipamentos: em uma única linha ISDN é possível conectar vários equipamentos (fax, computadores ou telefones ISDN), pois a linha é logicamente dividida entre estes equipamentos.

A lista de aplicações para o ISDN é vasta. Alguns exemplos são: telefonia, fax, vídeo, conferência, e-mail, transmissão de dados comutados por pacotes ou por circuito, telecomando e telex.

Segundo BEAUCHAMP (1990), o ISDN tem sido definido pelo ITU como uma rede que possibilita direto acesso digital entre usuários a fim de oferecer uma gama de diferentes serviços de telecomunicações (telefone, fac-símile, comutação de dados por pacotes e/ou circuito e outros mais). Para disciplinar a implementação do ISDN o ITU propôs em 1984 um conjunto de recomendações batizadas de recomendações da série I. Estas recomendações sofreram refinamentos em 1988.

Uma característica marcante do sistema ISDN é o uso de um canal separado para a sinalização (“Outband signalling”). Este modo de sinalização contrapõe-se ao modo “Inband signalling” onde a sinalização é transmitida no mesmo canal usado pelas informações. A “Outband signalling” é mais eficiente que o “Inband signalling”, pois não é necessário protocolos que separem as mensagens da sinalização.

Há basicamente três padrões de transmissão aceitos mundialmente:

O primeiro padrão é chamado *Taxa Básica de Acesso (Basic Rate Access)* de 128kbps concebido para uso doméstico ou comercial onde baixas taxas são necessárias.

A Taxa Básica de Acesso é regulamentada pela recomendação I.420. A velocidade de 128kbps é subdividida em três:

- Um canal de dados de 64kbps (canal B)
- Um canal de dados de 64kbps (canal B')
- Um canal de 16kbps de sinalização (canal D)

Qualquer um dos canais B podem transmitir voz, dados comutados por pacotes ou por circuito ou ainda um misto de transmissão em baixa taxa de dados e voz codificada em uma fração de 64kbps (usualmente 16kbps).

O canal D tem duas finalidades. Primeiro, ele é utilizado para troca de informações de controle entre o usuário e a rede (Outband signalling). Segundo, para dar suporte à transmissão de dados em baixa taxa. Se o canal D ficasse restrito somente aos sinais de controle das chamadas dos canais B, ele seria subaproveitado. Por esta razão, o canal D está disponível para estabelecer transmissão de pacotes de dados em baixa velocidade em adição com a sinalização tendo esta prioridade sobre aquela.

Note que o ISDN de Taxa Básica de Acesso dispõe ao usuário três conexões a rede externa (2B+D) utilizando o mesmo par de fio de cobre que originalmente possibilitava um serviço telefônico analógico duplex.

O segundo padrão aceito é conhecido como Taxa Primária de Acesso ("Primary Rate Access") no nível imediatamente superior de taxa de transmissão ideal para uso onde grandes volumes de informações precisam ser transferidas com, por exemplo, nas grandes corporações. Necessita de sistemas PABX ou CBX para interligar os equipamentos dos usuários (telefone e/ou computadores, por exemplo) à rede ISDN.

Na Europa a taxa é de 2.048kbps equivalente a 30 canais B e mais um canal D operando a 64kbps (30B+D). Nos EUA e Japão os padrões são uma taxa correspondendo a 23 canais B e a um canal D também de 64kbps (23B+D).

Outras taxas de conexão foram definidas pelo ITU:

- H0 operando em 348kbps;
- H11 operando em 1535kbps;
- H12 operando em 1920kbps;

Finalmente, o terceiro padrão é o B-ISDN ("Broadband ISDN"). Este representa as taxas mais altas padronizadas em 155Mbps e 600Mbps, ideal para uso em transmissão de dados em altíssima velocidade, vídeo e som. As principais características da B-ISDN são: eficiente integração de serviços de telecomunicações, alta taxa de comunicação, protocolos

simples e inteligente gerenciamento de tráfego. Como meio físico de transmissão espera-se que o B-ISDN utilize fibras ópticas.

O B-ISDN utiliza o método ATM (“Asynchronous Transfer Mode”) para prover a alta taxa de transmissão requerida. ATM utiliza pequenos pacotes de tamanhos fixos, chamados células (cells), transmitidos em altas velocidades (155 ou 600kbps). Através de multiplexação estatística é garantida a eficiência de transmissão de voz, vídeo, dados, fax, telex ou outros serviços. Neste padrão não é utilizado um canal separado para sinalização e o tráfego do usuário e ambos são multiplexados como frames de dados rotulados (“labelled data frame”). Assim obtêm-se um serviço onde os “streams” de bits tornam-se objetos não impoando a aplicação real destes bits nos diferentes serviços providos.

2.4.2.5 Internet, Intranets e Extranets

Segundo COMER (1991), a origem do protocolo Internet TCP/IP deu-se no “Defence Advanced Research Projects Agency” (DARPA) em meados da década de 70 nos Estados Unidos. Através de incentivos, o DARPA conseguiu estender a utilização do protocolo TCP/IP às universidades e órgãos de pesquisas que interligaram suas redes ao longo da década de 80. O passo seguinte para a difusão do uso do protocolo TCP/IP deu-se com sua utilização por empresas norte-americanas. Dos Estados Unidos, redes interligadas através do protocolo TCP/IP expandiram-se para o mundo e atualmente muitas pessoas têm acesso à Internet de suas próprias casas. A cada ano ao crescimento do número de usuários que utilizam o protocolo Internet TCP/IP cresce muito.

Por ser um protocolo aberto, i.e., com seus padrões publicados, a tecnologia Internet é considerada um sistema aberto (“Open System”) que garante a interoperação de redes de tecnologias distintas (COMER, 1991). Desta forma a tradicional barreira tecnológica de interligação de redes e sistemas (por exemplo banco de dados) pode ser minimizada ou eliminada através da adoção da tecnologia Internet TCP/IP.

No nível de aplicações, a tecnologia Internet TCP/IP garante uma série de recursos que facilitam o desenvolvimento de aplicativos. Algumas das principais tecnologias e protocolos Internet TCP/IP são:

- “Simple Mail Transfer Protocol” (SMTP): Utilizado para a transferência de mensagens eletrônicas (correio eletrônico ou “eletronic mail” - e-mail) de uma máquina para outra. O

Por permitir a interoperabilidade, a padronização de protocolos e a utilização de sistemas de hipertexto e correio eletrônico, a Internet tem sido cada vez mais utilizadas pelas empresas como uma tecnologia de informação promissora. O ambiente de rede restrito a uma organização que utiliza as tecnologias Internet é denominado Intranet.

O termo Intranet surgiu em meados de 1995 e refere-se ao uso da tecnologia Internet, composta por um conjunto de protocolos de comunicação (HTTP, FTP, SMTP entre outros), dentro das organizações (BENETT, 1996). Enquanto a Internet tem um escopo global, é mantida por canais públicos de telecomunicações e está aberta a qualquer pessoa, sem restrições quanto ao conteúdo, uma Intranet tem um escopo estritamente limitado. Ela pode conectar um grupo de trabalho, departamento ou uma organização inteira e funciona como uma comunidade de usuários bem definida e restrita.

A arquitetura básica de uma Intranet não difere muito daquela utilizada na Internet. Numa Intranet, os protocolos de rede utilizados são os mesmos da Internet: HTTP para a transmissão de documentos hipermídia (formato Word Wide Web, ou WWW), SMPT para o envio de correio eletrônico (e-mail), FTP para a transferência de arquivos entre outros (COMER, 1991). Todos estes serviços são executados sobre o protocolo TCP/IP padrão Internet. Na Figura 15 está a arquitetura básica de uma Intranet, que realmente não difere muito da arquitetura da rede mundial Internet. Têm-se do lado do servidor um programa responsável pelo atendimento das solicitações de páginas HTML ("Web Sever") que de alguma forma, utilizando padrões específicos de interface, comunica-se com uma Base de Dados ou com outros programas específicos, denominados aplicativos. Abaixo desta camada, suportando toda a comunicação inter-redes, estão os protocolos Internet: SMTP, FTP, DNS, HTTP, TCP, IP entre outros (SOARES et al., 1995). Do lado do cliente tem-se somente um programa paginador Web ("browser") cuja função básica é a leitura de arquivos escritos no padrão HTML. Além da leitura de arquivos HTML, os paginadores Web podem enviar correspondência eletrônica ("e-mail"), realizar transferências de arquivos (utilizando o protocolo FTP), interpretar algumas linguagens de programação específicas (como, por exemplo Java script), ler tipos específicos de arquivos (arquivos portando sons, imagens e gráficos) e realizar a criptografia dos dados enviados. Assim, através de um único aplicativo, um paginador Web, o usuário pode ter acesso a uma grande quantidade de informações corporativas cuja forma de apresentação pode ser das mais diversas. Além disso os paginadores são independentes da plataforma que se está utilizando (uma estação de trabalho UNIX ou um PC). Outro fator favorável às Intranets é o baixo custo de implantação já que

SMTP especifica como dois sistemas de correios eletrônicos interagem além das mensagens de controle utilizadas (COMER, 1991):

- “Domain Name System” (DNS): Na Internet cada estação possui um endereço único composto por 32 bits chamado endereços IP (“Internet Protocol Address”). Para facilitar a manipulação destes endereços pelas pessoas, criou-se um sistema de mapeamento entre o endereço IP de uma máquina e nomes a ela associado. O protocolo DNS gerencia o esquema de nomes de forma hierárquica (por exemplo, no endereço eesc.usp.br, está especificado o domínio a rede da Escola de Engenharia de São Carlos dentro da rede da USP) e distribuída (SOARES et al., 1995).
- “File Transfer Protocol” (FTP): Permite que um usuário em um computador transfira, nomeie ou remova arquivos ou diretórios localizados em outros computadores conectados à Internet (COMER, 1991; SOARES et al., 1995).
- TELNET: Permite que um usuário estabeleça uma sessão interativa com a máquina A conectada à rede utilizando uma máquina B também conectada à rede.
- “Hypertext Transfer Protocol” (HTTP): Permite a transferência de informações em forma de hipermídia (hipertexto e multimídia) através da Internet. Através do protocolo HTTP é possível disponibilizar informações em documentos e estabelecer ligações (“links”) com outros documentos distribuídos pela rede. O usuário acessa os documentos HTTP (também chamados páginas Web) através de programas aplicativos chamados navegadores (“browsers”). O conjunto de documentos, ou links, espalhados na rede Internet é usualmente conhecido “World Wide Web”, “WWW” ou simplesmente “Web”. Através da utilização de outros padrões, como, por exemplo, “Common Gateway Interface” (CGI) ou linguagens de programação específicas, como, por exemplo, Java, é possível criar páginas de documentos que acessam bancos de dados e acessem programas específicos (como por exemplo, para calcular a órbita de um satélite em um dado momento).

Todos os protocolos acima encontram-se disponíveis na própria Internet em documentos chamados “Requests for Comments” (RFCs) que são utilizados para o desenvolvimento de padrões Internet. Estas RFC são disponíveis à qualquer pessoa conectada à Internet (ISI, 1997). Um comitê denominado Internet “Activity Board” (IAB) é encarregado de gerenciar as RFC propostos pelos usuários. Uma vez proposta, uma RFC fica disponível para possíveis revisões durante seis meses. Após este período, a RFC é adotada como padrão Internet.

muitas empresas de softwares distribuem paginadores e Servidores Web gratuitamente (DERFLER, 1996).

Através da utilização de protocolos HTTP, a Intranet permite a utilização de hipertexto (texto com capacidade de vincular objetos contidos em um documento a outros documentos existentes), imagens, sons e gráficos. Assim é possível criar uma interface amigável para os usuários utilizando recursos de multimídia. Isto de forma independente da plataforma que o usuário esteja utilizando o que pode ser uma solução ao problema de incompatibilidade dos diversos sistemas que normalmente são utilizados na maioria das empresas (DERFLER, 1996).

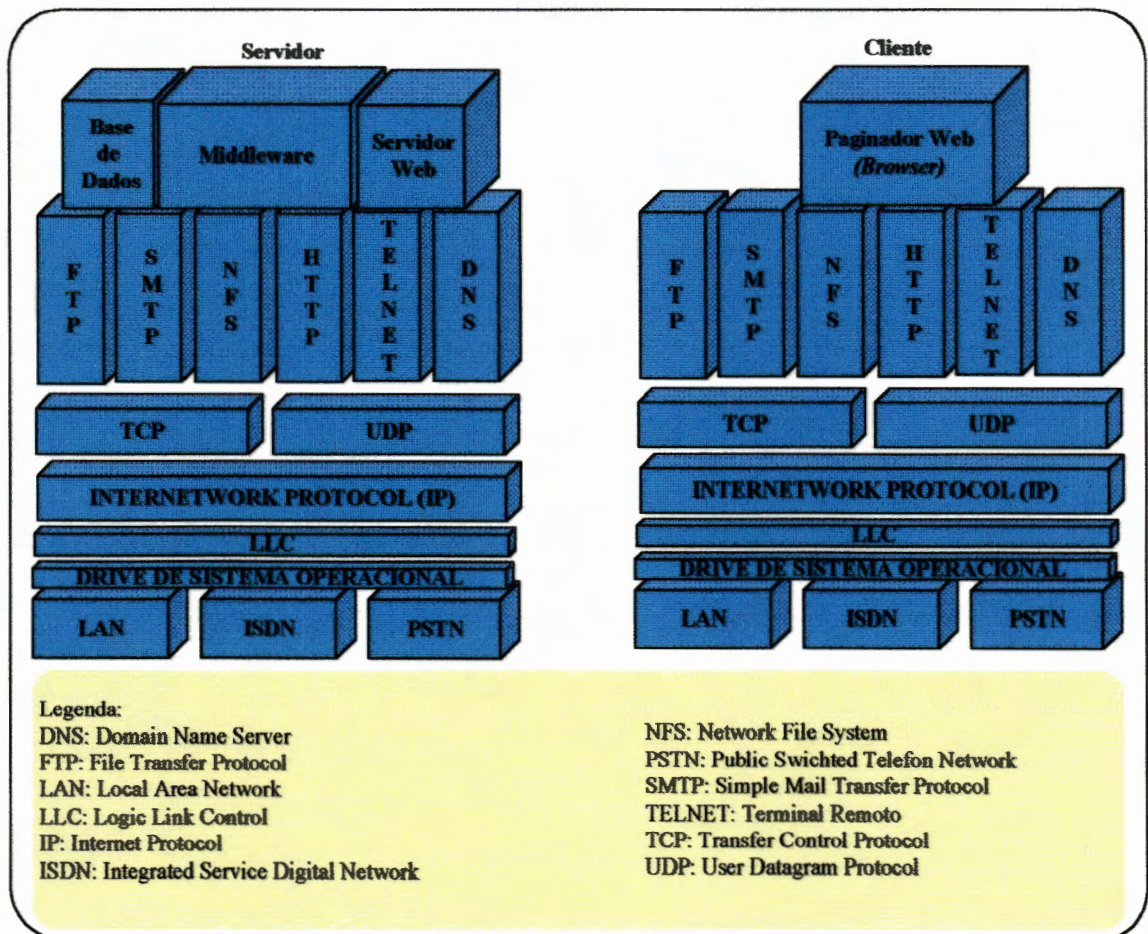


FIGURA 15 - Arquitetura Intranet/Internet.

Numa Intranet deve-se ter a preocupação de se definir os tipos de informações que estarão disponíveis e também quem terá acesso as mesmas. Logo, é necessário estabelecer uma política de segurança que defina classes de usuários e para cada classe o nível ou tipo de

informação que estará disponível. Outra função da política de segurança de uma organização é proteger as informações da empresa de possíveis alterações ou revelações indevidas.

Apesar da Intranet ter como principal característica o fato de ser restrita a uma empresa, ou seja, apenas os usuários da empresa podem ter acesso à Intranet, é possível que haja necessidade de se permitir que usuários externos possam acessar os recursos disponíveis na Intranet. O acesso externo à Intranet pode ser realizado de várias maneiras mas normalmente ele é feito via discagem telefônica (com telefonia convencional analógica ou ISDN) ou ainda via Internet (Figura 16).

O acesso discado pode ser protegido de ataques externos através da utilização de números telefônicos não divulgados, mecanismos de controle de acesso e criptografia. O primeiro mecanismo, controle de acesso, consiste basicamente na obrigatoriedade do usuário se identificar antes de ter acesso à Intranet. Esta identificação é realizada através da digitação do nome (“logons”) e de senhas (“passwords”). A criptografia consiste em modificar o texto original da mensagem a ser transmitida através de um processo de codificação definido por um método de criptografia. O texto criptografado é então transmitido e no destino o processo inverso ocorre, isto é, o método de criptografia é aplicado agora para decodificar o texto criptografado (SOARES et al., 1995). A criptografia é um mecanismo que cada vez mais vem ganhando espaço na Internet, pois o número de mensagens que necessitam de segurança tem aumentado.

A última opção, ou seja, acesso à Intranet via Internet, pode ocorrer quando a empresa utiliza a Internet como meio de comunicação com outras empresas, filiais ou parceiras em geral. No caso de se utilizar a Internet para acesso externo é necessária a adoção de alguns mecanismos de segurança. Normalmente estes mecanismos são: controle de acesso, criptografia de dados e paredes de fogo (“firewalls”). Um “firewall” pode ser visto como uma coleção de componentes, colocados entre duas redes, que coletivamente possui as seguintes propriedades (SOARES et al., 1995):

- Todo o tráfego de dentro para fora da rede, e vice-versa, passa pelo “firewall”;
- Só o tráfego autorizado pela política de segurança pode atravessar o “firewall”;
- O “firewall” deve ser à prova de violações.

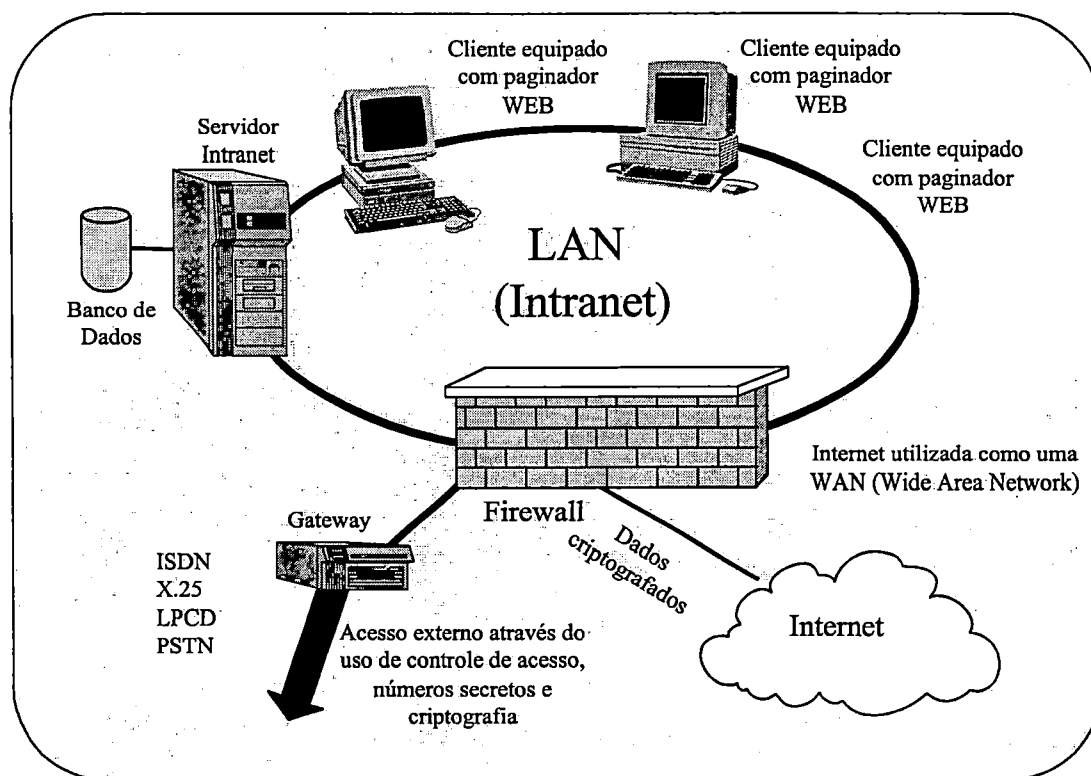


FIGURA 16 - Esquema de uma Intranet

Mas, além das características técnicas, a Intranet possui um aspecto utilitário que deve ser bem elaborado. Numa empresa, a Intranet pode ser utilizada para muitas funções (BENETT, 1996) :

- Como plataforma para divulgação de informações corporativas: com as Intranets, os departamentos ou grupos de trabalhos de uma empresa podem divulgar as informações de interesse geral para toda a organização. Estas informações podem ser tabelas de preços, políticas internas, listas telefônicas entre outras. Todas as informações podem ser disponibilizadas na forma de documentos hipertexto com imagens e outros recursos gráficos e serem lidos em um paginador Web;
- como uma forma amigável para acesso a bancos de dados: através de interfaces entre os servidores Web e os Gerenciadores de Bancos de Dados, é possível disponibilizar o acesso ao banco de dados da empresa;
- criação de fluxos de trabalhos: utilizando-se da modelagens dos processos de negócios da empresa é possível criar aplicativos Intranets que automatizam certos procedimentos rotineiros;

- geração de formulários e relatórios instantâneos;
- fóruns de debates: que permitem a troca de idéias através de documentos escritos. As mensagens são enviadas para um fórum e podem ser lidas por todos os visitantes. O fórum permite que as pessoas respondam as questões enviadas por outros usuários.

A capacidade das Intranets em fornecer uma interface amigável e portátil (isto é, independente das características de hardware e software do cliente) aos bancos de dados corporativos é uma das principais vantagens ressaltadas pelos autores (BENETT, 1996). Ao longo da evolução dos sistemas de bancos de dados foram desenvolvidos vários padrões de linguagens de acesso. Para cada sistema de banco de dados era necessário a utilização dos padrões definidos pelo desenvolvedor do banco de dados. Isto era um problema, pois além de exigir a compra de vários aplicativos para acesso ao banco de dados, um para cada cliente, ainda restringia a forma como as informações podiam ser acessadas. As tecnologias de Intranets apresentam uma alternativa que permite uma mudança na forma de acesso aos bancos de dados. Basicamente, a Intranet utiliza de programas especiais, chamados “middleware”, que estabelecem a ligação entre o banco de dados e o Servidor Web (Figura 17) (BENETT, 1996). Estes “middleware” podem ser implementados de diversas formas: através de “scripts” de interface “freeware” (linguagem de programação que atua entre o servidor Web e o banco de dados), “middleware” específicos (programas desenvolvidos especificamente para conexão entre os servidores Web e o banco de dados) e extensões patenteadas do servidor Web (extensões do servidor Web que possibilitam a direta interconexão com o banco de dados).

Atualmente as empresas desenvolvedoras de softwares estão investindo em novos produtos que incorporem tecnologias Intranets. Entre estes produtos estão softwares para acesso à banco de dados (“middleware”), editores HTML, softwares para debates, softwares para gerenciamento de Intranets, paginadores com mais recursos incorporados, linguagens de programação para aplicativos Intranet entre outros. Esta corrida das empresas desenvolvedoras de software tem resultado, além das novidades técnicas, em redução no preço dos aplicativos.

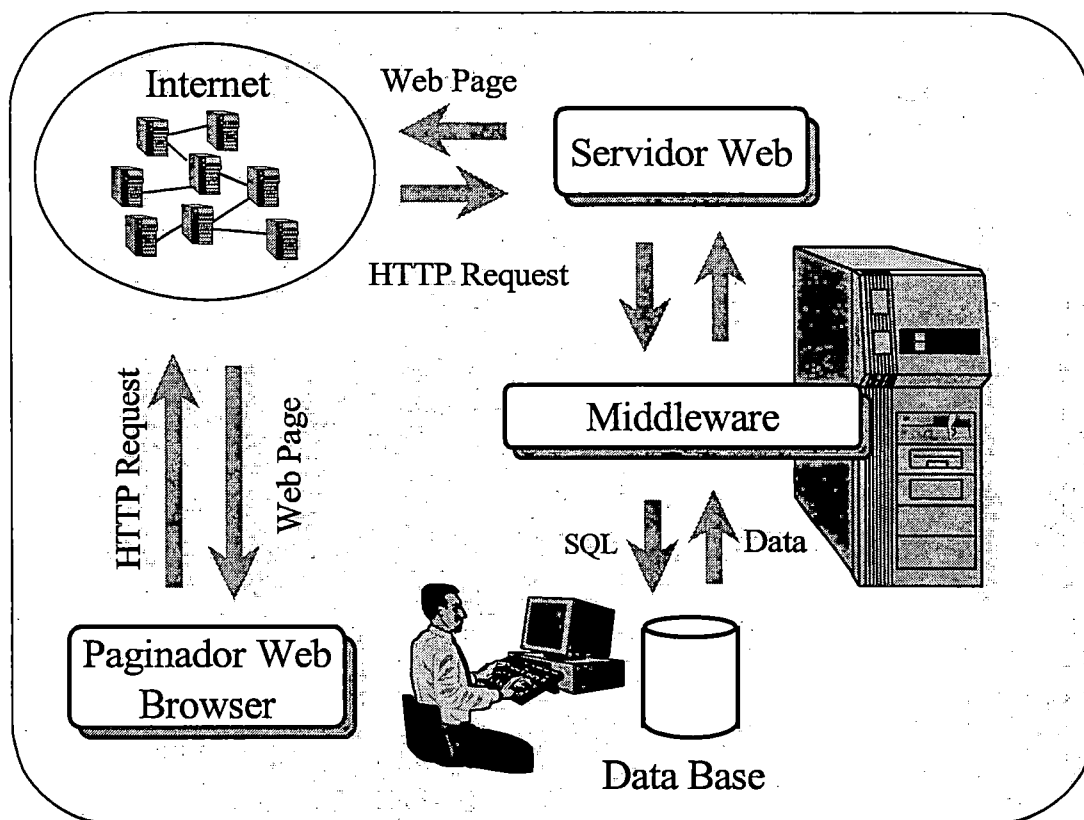


FIGURA 17 - Interface Entre o Servidor Web e o banco de dados

Segundo BENETT (1996) , as vantagens das Intranets seriam:

- são uma excelente plataforma para divulgação de informações internamente;
- há paginadores Web disponíveis para praticamente qualquer sistema operacional cliente;
- os servidores Web não necessitam de tanta capacidade de processamento ou memória quanto os sistemas para grupos de trabalho;
- o mercado de software para servidores Web é competitivo e há soluções disponíveis em mais de um fabricante e apesar disso, há uma boa interoperabilidade entre os produtos;
- a tecnologia Web apresenta capacidade de expansão e pode ser utilizada através de redes remotas;
- novas ferramentas de autoria em pacotes de aplicativos para sistemas de mesa facilitam a criação de páginas HTML;

Ainda segundo BENETT (1996) , as principais desvantagens das Intranets seriam:

- os aplicativos de colaboração para as Intranets não são tão poderosos quanto os oferecidos pelos programas para grupos de trabalho (groupware) tradicionais;
- é necessário configurar e manter aplicativos separados, como correio eletrônico e servidores Web, em vez de usar um sistema unificado, como faria com um pacote de software para grupos de trabalho;
- as Intranets exigem redes que utilizem o protocolo TCP/IP, ao contrário de outras soluções de software para grupos de trabalho que funcionam como os protocolos de transmissão de rede local existentes;

Outra forma de utilização da tecnologia Internet pelas empresas é a criação de Extranets (BARKSDALE, 1996). Extranets são redes privadas de negócios envolvendo um conjunto de empresas que procuram intensificar suas relações e comunicação com os clientes, parceiros ou fornecedores. As Extranets utilizam a infra-estrutura da Internet e podem possuir áreas restritas com o acesso controlado por senhas. O controle de acesso através de senhas permite que se crie um rede de negócios virtual que utiliza a infra-estrutura já existente da Internet, sendo portanto uma solução mais econômica que a construção de uma rede corporativa interligando os parceiros. Para aplicações mais críticas pode-se utilizar sistemas de criptografia que impedem o acesso não autorizado às informações que trafegam entre os integrantes da Extranet.

Exemplos de informações acessíveis via Extranets são: catálogos de produtos, fóruns eletrônicos a respeito de assuntos comuns aos parceiros, divulgação de novos produtos e/ou serviços entre outras. Outras aplicações de Extranets podem ser úteis como forma de obter a “voz” do cliente a respeito de produtos e/ou serviços de uma empresa. Neste último caso, um exemplo típico é no desenvolvimento de versões beta de softwares onde a participação dos clientes no processo de melhoria e correção de erros é muito importante (BARLSDALE, 1996).

2.4.3 Sistema de banco de dados

Na década de 50 os computadores tinham como principal função o processamento de cálculos e o armazenamento de dados restringia-se àqueles gravados nos cartões utilizados para o processamento (VASKEVITCH, 1995). Com o surgimento da fita magnética para armazenamento de dados, os computadores passaram a desempenhar a função de “memórias eletrônicas” armazenando grandes quantidades de dados que eram processados por

aplicativos específicos. No entanto, as fitas magnéticas eram dispositivos de armazenamento seqüenciais tornando a busca de informações armazenadas um processo demorado. Em meados da década de 60, quando a família de produtos 360 da IBM estava decolando, o armazenamento em disco tornou-se prático. A grande vantagem do sistema de armazenamento em disco em relação ao armazenamento em fita era que o primeiro permitia o acesso aleatório aos dados armazenados. Assim, diferentemente das fitas magnéticas, os discos magnéticos permitiam o acesso rápido aos dados independentemente de onde eles estivessem armazenados. Por este motivo, os discos magnéticos também são denominados dispositivos de acesso aleatório.

Com a possibilidade de se armazenar e recuperar dados de forma mais prática, foram desenvolvidos vários aplicativos que, além das funções de processamento, realizavam o gerenciamento dos dados. Com o aumento do número destes aplicativos, várias vezes os programadores desenvolveram aplicativos que, embora pudessem realizar diferentes tipos de processamentos, executavam as mesmas tarefas de gerenciamento de dados. Percebeu-se também que os dados de uma organização mudavam menos que os aplicativos na ocasião de reestruturações dos processos de negócios. Estas duas observações estimularam os programadores a desenvolverem aplicativos que tivessem como principal função gerenciar os dados comuns a vários outros aplicativos. Surgiram assim os primeiros Sistemas de Gerenciamento de banco de dados.

O termo banco de dados envolve basicamente três conceitos (VASKEVITCH, 1995). O primeiro conceito é a existência de um depósito comum de dados da organização que pode ser acessado por muitas pessoas. O segundo conceito relacionado com a idéia de banco de dados é que este fornece de uma ferramenta que permite a consulta, análise e alteração de dados armazenados. Os sistemas de gerenciamento de banco de dados permitem a análise de informações em tempo real (“on-line”) e a produção de relatórios ou ainda a geração de índices para análise estatísticas. Finalmente, o terceiro conceito associado aos sistemas de gerenciamento de base de dados, é o de “modelo conceptual”. Este modelo procura refletir, através de um modelo representando os dados manipulados em uma organização, o funcionamento de uma empresa. Desta forma, o sucesso da implantação de um banco de dados em uma empresa depende da modelagem adequada dos dados da mesma.

A utilização de sistemas de banco de dados centralizados tornou-se um paradigma perseguido pelos analistas e programadores da década de 70. A centralização de sistemas de banco de dados traria três principais vantagens. A primeira é que a centralização dos dados

facilitaria a modificação dos mesmos. A segunda vantagem é a garantia da consistência dos dados já que não haveria uma segunda versão dos dados que pudesse trazer alguma inconsistência. A terceira vantagem é a economia de espaço em disco, que na década de 70, estes representavam um item muito caro nos sistemas computacionais. Das três vantagens, a garantia de consistência de dados era a mais forte em favor da centralização do banco de dados das organizações.

Surgiram então, ainda na década de 60, alguns dos primeiros sistemas de bancos de dados que seguiam a metáfora dos mecanismos de armazenamento mecânico de dados (fichários)(JUNIOR, 1996). Tais mecanismos consistiam basicamente de fichários, cada um contendo um conjunto de fichas estruturalmente idênticas, com campos preenchidos com as informações. Tal modelo foi chamado de modelo rede que, por motivos de dificuldade de implementação foram evoluídos ao modelo hierárquico. O modelo hierárquico, embora pudesse ser utilizado para a criação de modelos de dados para diversas situações da vida real, não se adequava a uma série de outras situações do mundo real.

Nos anos 70 Edgar Codd, pesquisador da IBM, desenvolveu um modelo de banco de dados baseado em modelos matemático de operações sobre tuplas. Tal modelo foi denominado modelo relacional e é, até os dias atuais, o modelo de banco de dados mais difundido. O modelo relacional agrupa as informações sobre uma determinada entidade que se deseja modelar em uma tabela. Nas colunas desta tabela lista-se as características da entidade que deseja-se modelar. A cada linha da tabela tem-se as propriedades de diversos representantes (instâncias) daquela entidade. Durante a modelagem de um problema real há a criação de diversas tabelas que são inter-relacionadas entre si. Desta forma consegue-se representar diversas situações do mundo real. Operações matemáticas sobre estas tabelas permitem a manipulação das tuplas. Mas além do modelo relacional, Codd desenvolveu uma linguagem que permitia a consulta aos dados. Tal linguagem foi denominada “Structured Query Language” (SQL). Segundo VASKEVITCH (1995), a linguagem SQL fora desenvolvida com o propósito de permitir que usuários não especializados pudessem acessar os dados de um banco de dados. A linguagem SQL fornecia um modo de manipulação de dados armazenados através de comandos de “alto nível”. Desta forma os bancos de dados relacionais possuíam duas principais evoluções em relação ao modelo hierárquico: primeiro, a possibilidade da realização de operações de alto nível para a manipulação dos dados; segundo, a linguagem SQL que permitiam que os usuários pudessem executar estas operações de alto nível através do uso de alguns comandos.

A linguagem SQL tornou-se amplamente utilizada pelos desenvolvedores de sistemas de gerenciamento de banco de dados. No entanto até 1986 não havia nenhum padrão para a linguagem SQL (EDWARDS et al., 1996). Os desenvolvedores implementavam alguns comandos básicos, adotados pela maioria dos demais desenvolvedores, e acrescentavam alguns outros comandos exclusivos do produto desenvolvido. No ano de 1986 a ANSI e a ISO criaram uma norma de referência, aprovada em 1989, denominada SQL-89 ou ANSI SQL. Esta norma não foi rigidamente seguida pelos desenvolvedores de banco de dados e tornou-se uma referência à qual os desenvolvedores acrescentavam outras características proprietárias. Depois da SQL-89, surgiram mais duas normas: a SQL-92, aprovada em 1992 e a SQL3, cuja minuta fora desenvolvida em 1995. No entanto, a despeito do grande empenho dos órgãos de padronização, não há um padrão único para a linguagem SQL e cada fornecedor desenvolve suas próprias extensões a partir de um “núcleo” SQL comum.

Embora o conceito de banco de dados envolva a centralização da armazenagem de dados, tipicamente ocorreu a criação de vários bancos de dados distribuídos pelos diversos departamentos das empresas. Formou-se “ilhas” de bancos de dados, normalmente de tecnologias distintas. A necessidade de se integrar estes bancos de dados de tecnologias distintas criou o conceito de banco de dados federados (EDWARDS et al., 1996). Tal conceito envolve a integração “frouxa” de bancos de dados de fornecedores distintos. Tecnicamente, a integração de banco de dados para a formação de banco de dados federados envolve a resolução de várias inconsistências entre os fornecedores. As principais inconsistências encontradas em sistemas de banco de dados federados são:

- Diferentes API's SQL¹⁰: o que dificulta o desenvolvimento de clientes para interação com os diversos sistemas de bancos de dados num sistema de banco de dados federado. Algumas tecnologias atualmente utilizadas para minimizar estas inconsistências são: SQL

¹⁰ API's SQL: “Application Program Interface for Structured Query Language”. Estas API's são utilizadas para o desenvolvimento de clientes destinados a interação com banco de dados.

Embutida (“Embedded SQL”) e as interfaces SQL com função de chamada (“Call Level Interface-CLI”)¹¹.

- Múltiplos “drives” para o banco de dados: os “drives” para banco de dados traduzem as chamadas CLI para a linguagem de acesso nativa do servidor de banco de dados.
- Múltiplas ferramentas de administração: o que exige que os administradores de sistemas federados de banco de dados estejam familiarizados com diversas ferramentas de administração.

De maneira geral, as tecnologias utilizadas para a integração de sistemas de bancos de dados federados são denominadas “middlewares”. Os “middlewares” procuram garantir a interoperacionalidade entre sistemas de banco de dados de fornecedores distintos através da filosofia do “mínimo denominador comum”, ou seja, são implementadas as funções que são garantidamente existentes em todos os bancos de dados participantes da federação.

Um outro aspecto importante que influencia as características de um sistema de gerenciamento de banco de dados é o tipo de aplicação. Quando o uso do sistema de gerenciamento de banco de dados visa a manipulação de dados em tempo real diz-se que o sistema é transacional, ou ainda, um sistema de processamento em conexão direta (“Online Transaction Processing – OLTP”) (EDWARDS et al., 1996). Outras vezes, o que se deseja é a recuperação de dados relativos a um determinado período de tempo para análise, identificação de padrões ou mesmo para a tomada de decisões. Os sistemas de gerenciamento de banco de dados que suportam este tipo de aplicação são denominados sistema de suporte às tomadas de decisão (“Decision Support Systems” – DSS). Cada um os sistemas acima, OLTP ou DSS, possuem propriedades distintas, como por exemplo, no caso dos DSS, a capacidade de geração de relatórios e a existência de ferramentas para análise de dados.

Com a disseminação dos modelos orientados a objetos, houve o desenvolvimento de sistema de gerenciamento de banco de dados de objetos (“Object Database Management Systems” - ODBMS) (EDWARDS et al., 1996). Basicamente os ODBMS fornecem um

¹¹ Alguns exemplos destas CLI são: o “Open Database Connectivity”(ODBC) da Microsoft, o “SQL Access Group SQL Call Level Interface” (SAG SQL CLI) da SAG, o “Integrated Database Application Programming Interface” (IDAP) da IBM e da Borland e o “Oracle Glue” da Oracle.

armazém persistentes para objetos num ambiente cliente/servidor. Em vez de utilizarem a linguagem SQL tradicional, os ODBMS utilizam definições de classes e construções orientadas a objetos tradicional (normalmente C++ e SmallTalk) para definir e acessar dados. Espera-se que os ODBMS sejam amplamente utilizados nas áreas de multimídia, repositórios de objetos e “groupware”. Visando estabelecer um padrão de linguagem para ODBMS, foi desenvolvido o padrão “Object Database Management Group” ODMG-93. O ODMG é um subgrupo do OMG que reúne os principais fornecedores de ODBMS.

2.4.4 Groupware

A convergência dos sistemas computacionais com os de comunicação tem ampliado o campo das tecnologias eletrônicas de trabalho em grupo denominadas “Groupware” (GRUDIN, 1994). Desta tendência surge um novo campo de estudo multidisciplinar chamado “Computer-Supported Cooperative Work” (CSCW). Este ramo busca estudar como as pessoas trabalham e desenvolver técnicas que facilitem a construção de softwares para trabalhos em equipe. Por isso o CSCW envolve áreas tais como sistemas distribuídos, comunicação, interação homem-computador, inteligência artificial e ciências sociais. Muitas vezes os termos Groupware e CSCW são apresentados como sinônimos. Aqui adotar-se-à a postura apresentada por GRUDIN (1994) segundo a qual Groupware refere-se às tecnologias enquanto CSCW refere-se a um ramo de estudo multidisciplinar como exposto acima.

Muitos pesquisadores e desenvolvedores de softwares têm mostrado especial interesse no desenvolvimento de aplicativos que suportem ou apoiem o trabalho em grupo. Exemplos disso são os sistemas “Computer Aided Design (CAD) conference” onde dois ou mais projetistas podem trabalhar simultaneamente em um mesmo desenho de um projeto. Outros exemplos de tais sistemas são os sistemas de videoconferência e as ferramentas “Computer Aided Software Engineering” (CASE).

Segundo GRUDIN (1994), os primeiros sistemas para suporte ao trabalho em grupo nasceram a partir dos sistemas de automação de escritórios ainda na década de 80. Estes sistemas de automação de escritórios eram representados por editores de texto, planilhas eletrônicas e editores gráficos, entre outros, que trabalhavam com um único usuário em um computador pessoal ou PC (“Personal Computer”). Com a disseminação das redes locais, abriu-se a possibilidade de se interconectar estes computadores e também os aplicativos por eles utilizados. Iniciou-se a tendência de se expandir a capacidade dos aplicativos, antes destinados a um único usuário, para aplicativos capazes de suportarem vários usuários

simultaneamente. Hoje esta tendência permanece com um enfoque ainda maior nos softwares Groupware.

Para entender melhor a localização dos sistemas Groupware entre os demais grupos de aplicativos, GRUDIN (1994) apresenta a Figura 18 a seguir. Nesta figura cada anel representa um foco no desenvolvimento dos sistemas computacionais e o principal usuário da tecnologia resultante. Durante muito tempo todo foco estava concentrado no anel mais externo, sistemas projetados para servir aos propósitos das organizações como um todo, ou no anel mais interno, sistemas projetados para um único usuário trabalhando em um computador pessoal e estações de trabalho (“workstations”). Os dois anéis intermediários representam sistemas projetados para suporte de grandes projetos e pequenos grupos de pessoas respectivamente. Sistemas para suporte a grandes projetos incluem sistemas de fluxo de trabalho (“workflow”) e salas de encontro eletrônico que são úteis para grupos de seis ou mais pessoas (GRUDIN, 1994). O foco principal em sistemas para suporte a pequenos grupos de pessoas inclui conferência via computador (“desktop conference”) e editoração em grupo os quais podem não trabalhar bem com grupos maiores que três ou quatro usuários.

No lado esquerdo da figura 18 estão os contextos do desenvolvimento de softwares que prevaleceram em cada anel. Softwares utilizados para atividades que apoiam toda organização normalmente são quase todos desenvolvidos internamente nas organizações. Algumas partes podem ser compradas externamente mas a maior parte é desenvolvida internamente. Em contraste, quase todos os aplicativos individuais, representados na figura 18 pelo anel mais interno, são comprados de desenvolvedores externos a organização e são pouco adaptados às necessidades de cada usuário. Os dois anéis intermediários representam os desenvolvimentos Groupware. Segundo GRUDIN (1994), nos E.U.A, o governo tem apoiado o desenvolvimento de sistemas para suporte a grandes projetos enquanto sistemas para suporte a pequenos grupos tem sido o foco de desenvolvedores comerciais de produtos e companhias de telecomunicação interessadas nas tecnologias de multimídias que ampliem a necessidade para maior largura de banda nos sistemas de telecomunicação. Como indicam as setas, os sistemas groupware originaram de tendências dos anéis internos e externos.

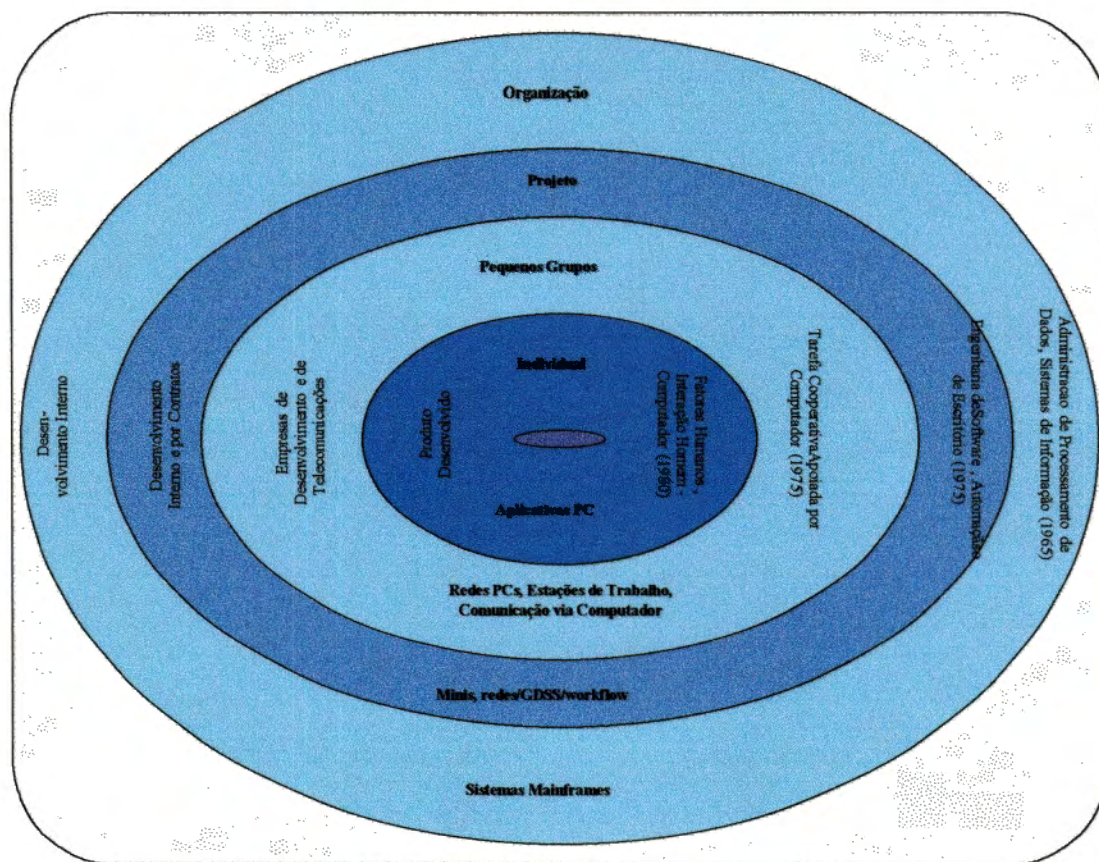


FIGURA 18 - Anéis da evolução dos Sistemas Groupware segundo GRUDIN (1994).

No lado direito da figura 18 estão as áreas associadas com o desenvolvimento de cada sistema e as datas nas quais cada área estabeleceu firmemente na literatura (GRUDIN, 1994). Por exemplo, no anel mais externo, a literatura associada com sistemas computacionais para organizações apareceu em meados 1960 com o advento dos circuitos integrados e com a terceira geração de computadores. A nova área foi chamada de Processamento de Dados, Administração de Sistemas de Informação e Tecnologia de Informação.

Finalmente, a parte inferior da figura 18 mostra os principais avanços tecnológicos associados a cada foco. Desta forma, durante os anos 60, o desenvolvimento dos mainframes foi de grande importância para o surgimento dos sistemas computacionais orientados para a organização. Durante a década de 80, como esquematizado no anel interno, o aparecimento da arquitetura PC foi de grande importância para a automação de escritório.

2.4.4.1 Uma definição de Groupware

A meta dos sistemas Groupware é dar suporte a grupos de pessoas através de comunicação, colaboração e coordenação das atividades (ELLIS&GIBBS, 1991). De forma mais precisa, Groupware pode ser definido como um sistema baseado em computador que apoia grupos de pessoas trabalhando em tarefas (ou metas) comuns e possibilita uma interface para um ambiente compartilhado (ELLIS&GIBBS, 1991). Nesta definição, as noções de tarefa comum e de ambiente compartilhado são fundamentais. Assim, esta definição exclui, por exemplo, sistemas de “time-sharing” da definição de Groupware já que nos primeiros, os usuários não realizam uma tarefa comum. Além disso é possível falar em sistemas Groupware de tempo real (“Real-Time Groupware”) e em sistemas Groupware não de tempo real (“Non-Real-Time Groupware”) aqueles cuja função é apoiar atividades simultâneas ou não, respectivamente. Outra definição de Groupware segundo VASKEVITCH (1995) é de um sistema de software que dá suporte à criação, fluxo e rastreamento de informações não-estruturadas¹² no suporte direto de atividade colaborativa de grupo. Ainda segundo VASKEVITCH (1995) os sistemas Groupware baseiam-se em cinco tecnologias fundamentais: gerenciamento de documentos multimídia, fluxogramas, e-mail, conferência e escalonamento de trabalho.

Não há uma linha divisória rígida entre sistemas que podem ou não serem chamados de sistemas Groupware (ELLIS&GIBBS, 1991). Desde que sistemas podem apoiar tarefas comuns ou ambientes compartilhados de grupos de pessoas, é possível estabelecer um espectro com diferentes sistemas em diferentes pontos deste mesmo espectro. Assim a Figura 19 mostra um exemplo desta classificação dos sistemas segundo duas dimensões deste espectro: tarefa comum e ambiente compartilhado (ELLIS&GIBBS, 1991). Desta forma, na dimensão de tarefa compartilhada, tem-se de um lado, com um baixo valor no espectro, os sistemas “time-sharing” onde os usuários realizam suas tarefas utilizando o sistema de forma separada e independente. Desde que não há um trabalho realizado de forma conjunta, os sistemas de “time-sharing” são classificados como tendo baixo valor no espectro da dimensão tarefa comum. Por outro lado, considere um sistemas chamado Sistema de Revisão de Software (“Software Review System”) que permitem que um grupo de projetistas possa avaliar um módulo de software durante uma interação de tempo real. Neste caso o sistema

¹² Alguns exemplos de informações não-estruturadas são textos, imagens, figuras, faxes, correio e “bulletin boards”

apoia um grupo de pessoas que trabalham em uma tarefa comum, logo este sistema atinge um alto grau no espectro da dimensão tarefa comum.

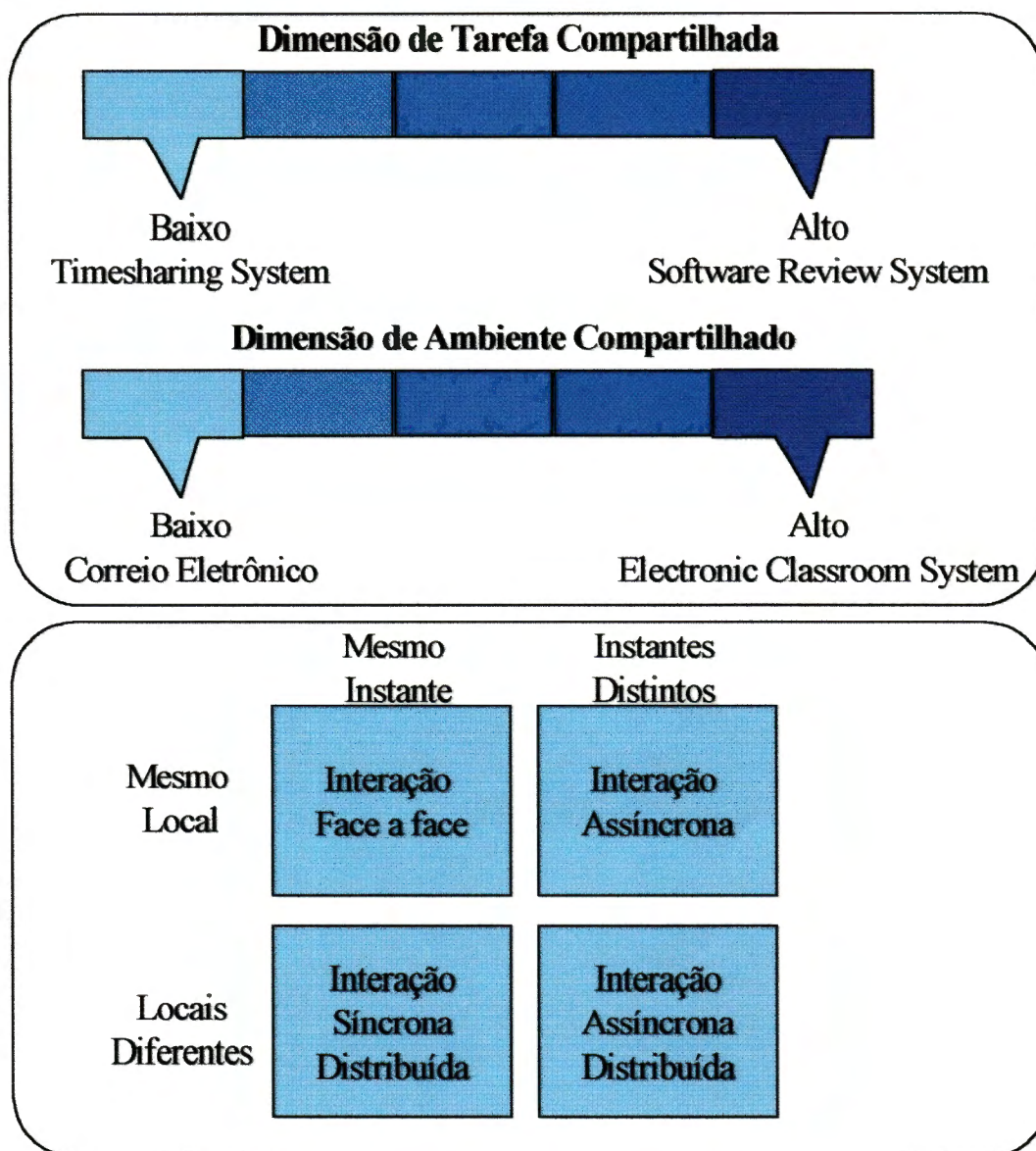


FIGURA 19 - Classificação dos sistemas Groupware.

Outros sistemas podem ser classificados numa outra dimensão que leva em consideração o grau de ambiente compartilhado que o sistema possibilita. Desta forma, os sistemas de correio eletrônico podem ser considerados como tendo um baixo grau no espectro da dimensão ambiente compartilhado. Por outro lado, sistemas como Salas de Aulas Eletrônicas (“Electronic Classroom”) que utilizam múltiplas janelas (“windows”) para mostrar o assunto ensinado e o ambiente compartilhado, podem ser colocados em uma posição alta do espectro da dimensão de ambiente compartilhado (ELLIS&GIBBS, 1991).

Quanto à classificação dos sistemas Groupware, uma que é muito citada por autores é a classificação baseada no espaço-tempo da tarefa (ELLIS&GIBBS, 1991). Neste tipo de classificação os sistemas são agrupados segundo as características temporais e espaciais que o sistema apoia. Assim tem-se sistemas que apoiam atividades de usuários localizados num mesmo local ou em locais diferentes. Outra dimensão, desta vez considerando o tempo em que as atividades são realizadas, descreve se as atividades do grupo são realizadas simultaneamente ou não (mesmo instante ou em instantes distintos). Destas duas dimensões surge uma matriz onde tem-se um conjunto de tipos de sistemas groupware. Na Figura 19 é necessário destacar os significados de interação síncrona e assíncrona. Na primeira, interação síncrona, as pessoas interagem em tempo real, como, por exemplo, numa teleconferência. Nas interações assíncronas, as pessoas interagem não em tempo real e um exemplo deste tipo de interação são os sistemas de correspondência eletrônica. Cabe aqui ressaltar que este tipo de classificação dos sistemas groupwares não é completa ou precisa. Um sistema groupware pode cair em mais de um quadrante da figura 20 ao mesmo tempo ou não se encaixar perfeitamente em nenhum deles.

Outra forma de classificar os sistemas groupware é segundo o nível de funcionalidade da aplicação do sistema groupware (Figura 20). Neste tipo classificação procura-se estabelecer tipos de aplicações groupware. Tem-se então: sistemas de mensagem, destinados a suportar trocas assíncronas de mensagens (exemplo: e-mail); sistemas de editoração multiusuários, que procuram apoiar o trabalho conjunto e simultâneo de duas ou mais pessoas em um mesmo texto ou gráfico; sistemas de apoio à decisão e salas de encontro eletrônico, que procuram melhorar a produtividade dos processo de tomada de decisão e a qualidade das mesmas; conferência via computador, aqui os sistemas computacionais servem como meio de comunicação entre grupos de pessoas, ressaltando a convergência entre as telecomunicações e a computação; agentes inteligentes, onde os sistemas computacionais procuram reproduzir parte as qualidades inteligentes dos seres humanos e, finalmente, sistemas para coordenação de grupos de pessoas que apoiam a coordenação de grupos de pessoas trabalhando em tarefas comuns.



FIGURA 20 - Classificação dos sistemas Groupware segundo as funções (ELLIS&GIBBS, 1991).

Cabe ressaltar que esta outra forma de classificação dos sistemas groupware, baseada na funcionalidade dos mesmos, ainda não é precisa e alguns sistemas caem em uma e outra categoria simultaneamente.

Atualmente há no mercados um grande número de softwares Groupware. O mais conhecido é o Lotus Notes. Este software permite que usuários compartilhem informações de natureza não-estruturada. Resumidamente, o Lotus Notes também oferece as seguintes funções (VASKEVITCH, 1995):

- servidor baseado no documento que armazena e gerencia o acesso de múltiplos usuários aos dados semi-estruturados como, por exemplo, texto, imagens, áudio e vídeo;
- servidor de e-mail que gerencia o acesso do cliente ao correio;

- uma infra-estrutura de espinha dorsal (“backbone”) tipo servidor/servidor que dá apoio tanto ao roteamento de correio quanto à duplicação do banco de dados. O mecanismo de duplicação sincroniza cópias do mesmo banco de dados, que pode residir em múltiplas máquinas servidoras (ou clientes);
- um ambiente com GUI¹³ apresenta visualizações dos bancos de dados de documentos e oferece um “font-end” correio eletrônico;
- serviços distribuídos que incluem assinaturas eletrônicas, listagens de controle de acesso e segurança, serviços de administração de banco de dados, gerenciamento de sistema e nomes globais baseado no X.500;
- as ferramentas para desenvolvimento de aplicativos que incluem geradores de formulários GUI, ferramentas e gabaritos (“templates”) para a criação de banco de dados entre outras.

Devido a sua grande facilidade de uso e possibilidade de customização, o Lotus Notes é o sistema Groupware mais vendido no mundo.

2.4.5 Arquiteturas Orientadas a Objetos

Objeto pode ser definido como um pacote de software com variáveis e métodos próprios (SUN, 1997). Variáveis são estados particulares de um objeto enquanto que métodos estão relacionados com as funções que os objetos podem oferecer. Quando esconde-se detalhes de um objeto que não contribuem para sua essência, diz-se que houve encapsulamento do objeto (FLEMING & MAZZUCHELLI, 1991). A possibilidade de encapsulamento confere duas vantagens principais ao desenvolvimento de software:

- Modularidade: um objeto pode ser escrito e atualizado independentemente do código de outros objetos. Além disso os objetos podem ser passados facilmente através dos sistemas;
- Ocultação de informações: um objeto tem uma interface pública através da qual outros objetos podem acessá-lo. No entanto, um objeto pode manter informações e métodos privativos que podem ser alterados sem afetar outros objetos.

¹³ GUI: “Graphical User Interface”

Um conjunto de objetos de um mesmo tipo é definido como uma classe de objetos. Classes de objetos são abstrações que definem variáveis e métodos de objetos. Pode-se dizer que objetos são instâncias de classes.

Objetos comunicam-se entre si através de mensagens nas quais são transferidos os parâmetros necessários à realização das funções oferecidas pelos objetos. Para que os objetos comuniquem entre si não é necessário que os mesmos estejam na mesma máquina. Assim é obtida transparência em relação à localização (SUN, 1997).

Finalmente, outra característica importante dos objetos é o conceito de herança. Herança é a propriedade que classes de objetos possuem de herdar características de outras classes chamadas superclasses. Os mecanismos de herança possibilitam um modo natural para organizar e estruturar os programas.

As arquiteturas orientadas a objetos procuram estabelecer padrões para a criação de aplicativos que seguem o paradigma de orientação a objetos. Nestas arquiteturas os aplicativos são construídos para comportarem-se como objetos que oferecem e/ou utilizam serviços de outros objetos.

Segundo MICROSOFT (1995) atualmente os principais problemas dos desenvolvedores de aplicativos são:

- As aplicações são grandes e complexas com uma grande quantidade de características que não podem ser removidas, alteradas ou atualizadas constantemente;
- As aplicações não são facilmente integradas: dados e funcionalidade não são facilmente compartilhados com outros aplicativos mesmo quando os aplicativos são escritos na mesma linguagem de programação;
- Os sistemas operacionais possuem um conjunto de problemas particulares e não são suficientemente modulares a ponto de suportarem alterações de versões;
- Os modelos de programação não possuem transparência em relação à localização dos serviços oferecidos aos programas. Programas que utilizam serviços de aplicativos rodando na mesma máquina possuem uma abordagem diferente daquele que utilizam serviços rodando em outras máquinas;

- As aplicações são monolíticas com características que não são facilmente modificadas, removidas ou substituídas.

As arquiteturas orientadas a objeto procuram tornar as aplicações mais modulares, e flexíveis. Para tanto há a necessidade de se estabelecerem padrões para que aplicativos construídos sob o paradigma de orientação à objetos possam interoperarem.

Atualmente há dois principais padrões de arquiteturas orientadas a objetos : uma estabelecida pelo “Object Management Group” (OMG) chamada “Object Mangement Architecture” (OMA) e outra da Microsoft Cop. chamada “Component Object Model” (COM). Apesar de possuírem especificações distintas, há uma tendência de aproximação entre ambas (LINTHICUM, 1995).

2.4.5.1 OMA

Com a intenção de se obter um padrão para o desenvolvimento de componentes de softwares baseados na orientação a objetos, foi criado em 1989 o “Object Management Group” (OMG). Além da definição de um padrão, o OMG tem a função de estabelecer as linhas mestras de um “framework” para desenvolvimento de aplicativos. O objetivo final é que aplicativos desenvolvidos sob esta filosofia possam operar em sistemas heterogêneos à nível de softwares e hardware. Desta organização fazem parte desenvolvedores de softwares , vendedores de sistemas e usuários segundo OBJECT MANAGEMENT GROUP (1997).

O principal trabalho do OMG está em torno do desenvolvimento de um modelo de referência chamado “Object Mangement Architecture” (OMA). Este modelo procura desenvolver um padrão para componentes de softwares através da definição de áreas de enfoque específicas nas quais os participantes possam dar suas contribuições. O OMA identifica e caracteriza os componentes, interfaces e protocolos que compõem ele próprio mas não se preocupa em detalhá-los. Os quatro maiores segmentos do OMA são os seguintes componentes (OBJECT MANAGEMENT GROUP, 1997) :

- “Object Request Broker” (ORB) : infra-estrutura básica que provê o gerenciamento e comunicação entre os diversos objetos numa estrutura distribuída. Comercialmente este componente é conhecido como “Common Object Broker Architecture” (CORBA);

- “Object Services”: serviços (interfaces e objetos) que suportam as funções básicas para uso e implementação dos demais objetos. Exemplos destas funções básicas são as regras para criação, movimentação ou eliminação de objetos
- “Common Facilities”: uma série de serviços que os objetos podem dividir mas que não são tão fundamentais ao conjunto de implementação de objetos quanto os “Object Services”. Exemplos deste serviços são gerenciamento de banco de dados e impressão de arquivos.
- “Application Objects”: apesar de não ser realmente uma atividade de padronização do OMG, as interfaces de aplicação são críticas e representam as aplicações que realizam tarefas específicas para usuários. O OMG não procura padronizar a forma de implementação destes objetos de aplicação preocupando-se somente com as interfaces das mesmas.

Dentre os componentes acima, o ORB tem uma importância fundamental na criação de ambientes distribuídos orientado a objetos. O ORB, comercialmente chamado de “Common Object Request Broker Architecture” (CORBA), é responsável pela comunicação e gerenciamento dos demais componentes. Ele permite que os objetos conversem entre si independentemente da plataforma ou das técnicas utilizadas para implementar os mesmos. Na [Figura 21](#) está esquematizada uma interação entre um cliente e uma implementação de objeto numa arquitetura CORBA. Quando o cliente necessita de um serviço implementado em um objeto, ele envia um pedido para o ORB via interfaces padronizadas. Em seguida o ORB responsabiliza-se por todos os mecanismos requeridos para encontrar a implementação de objeto; preparar a implementação de objeto para receber o pedido do cliente e para comunicar o resultado do pedido ao cliente. A interface que o cliente vê é completamente independente da localização, linguagem de programação ou qualquer outro aspecto da implementação do objeto. Desta forma, fica garantida a independência entre a implementação do objeto e do cliente.

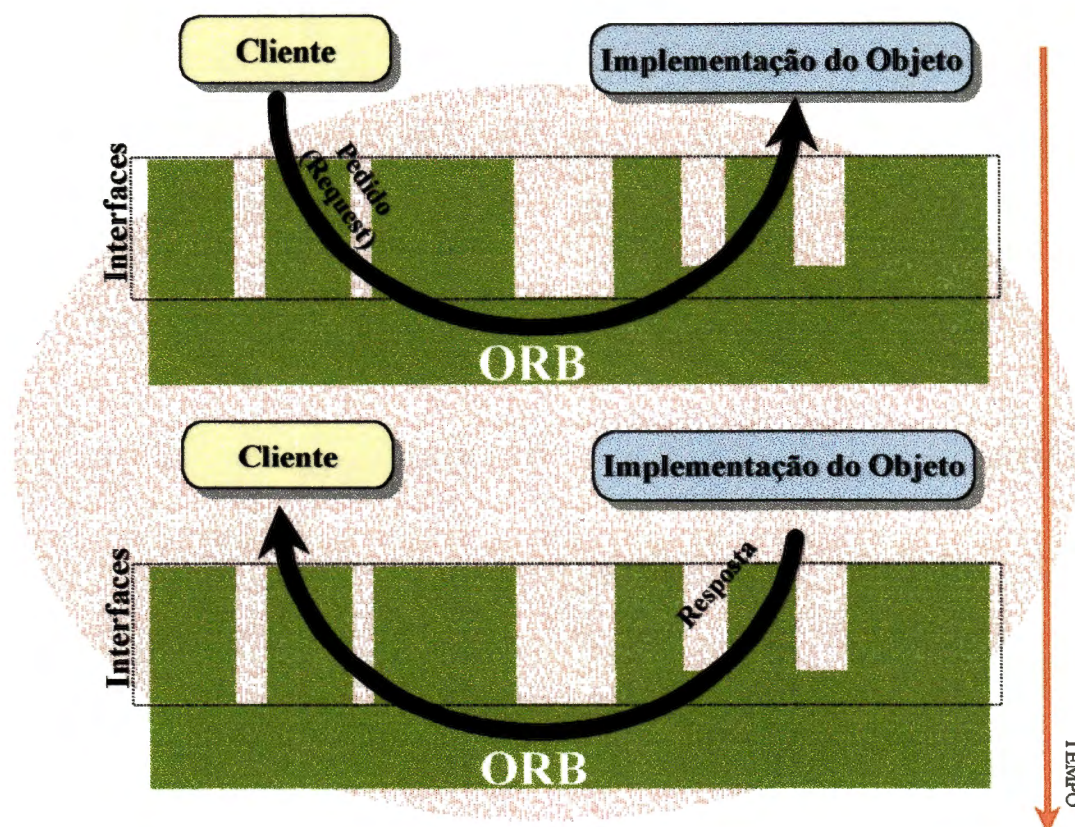


FIGURA 21 - Comunicação entre Cliente e Implementação de Objeto na arquitetura CORBA (OBJECT MANAGEMENT GROUP, 1995).

Um cliente de um objeto tem acesso à referência do objeto e invoca operações no objeto. O cliente conhece somente a estrutura lógica de um objeto através de sua interface e experimenta o comportamento do objeto através de chamadas. Geralmente, os clientes vêem os objetos e interfaces ORB através da perspectiva do mapeamento de linguagem. Por exemplo, na especificação CORBA 2.0 as interfaces são mapeadas para as linguagens C++, Smalltalk (OBJECT MANAGEMENT GROUP, 1996).

Na prática, as especificações do OMA ainda não são plenamente aceitas e muitos problemas de compatibilidade ainda devem ser resolvidos. Melhorias foram alcançadas desde a publicação da primeira especificação, CORBA 1.0 e 1.1. Alguns problemas de interoperabilidade com outros modelos, como o DCE e o COM foram parcialmente resolvidos na especificação 2.0 (LINTHICUM, 1995). Apesar disso alguns comitês e órgãos de padronização têm incluído o CORBA em suas especificações.

2.4.5.2 COM

Segundo MICROSOFT (1995) “Component Object Model” (COM) é um modelo de programação baseado na orientação a objeto desenvolvido para promover a interoperabilidade de softwares, isto é, para permitir que duas ou mais aplicações ou “componentes” possam facilmente cooperar umas com as outras mesmo se forem escritas em diferentes linguagens de programação ou se estiverem rodando em máquinas ou/e sistemas operacionais distintos.

A especificação COM possui uma terminologia própria que particulariza alguns termos normalmente utilizados nos modelos orientados a objetos.

Neste modelo o conceito de objeto tem grande importância. Para a especificação COM, um objeto de softwares é um pedaço de softwares que contém as funções que representam o que este objeto pode fazer (sua inteligência) e o estado a ele associado (dados). Objetos de softwares possuem as seguintes propriedades na especificação COM:

- **Encapsulação:** os dados e a implementação de um objeto somente são conhecidos pelo próprio objeto. Estas informações são escondidas dos demais objetos que reconhecem somente as funções oferecidas por um determinado objeto.
- **Interfaces:** os objetos de softwares comunicam-se com os demais objetos através de interfaces padronizadas. Estas interfaces são funções relacionadas semanticamente e que possuem um identificador único chamado “Globally Unique Identifiers” (GUIDs). Quando um objeto é alterado para uma nova versão com, por exemplo, novas capacidades (funções), uma nova interface é acrescentada ao objeto para que clientes que possuam acompanhem esta nova versão possam conectar-se com o objeto. As interfaces antigas podem ser mantidas para possibilitar que clientes de versões anteriores possam conectar-se à nova versão do objeto.
- **Várias Interfaces:** um objeto de softwares pode ter mais de uma interface. Estas garantem que um mesmo objeto possa atender diferentes versões de um outro objeto. Desta forma, o modelo COM tenta resolver o problema de compatibilidade entre versões de softwares: possuindo mais de uma interface, um objeto pode se comunicar com diferentes versões de clientes através de interfaces específicas.

- O objeto possui um ciclo de vida: cada objeto é criado no momento da realização de um pedido pelo cliente. Quando um objeto é criado, ele pode ser utilizado por mais de um cliente que deve informar ao objeto quando seus serviços não são mais necessários. O objeto é responsável por sua própria destruição se nenhum cliente está conectado a ele.
- Códigos de software de objetos podem ser reutilizados: um objeto pode ser reutilizado por outros programadores aumentando a flexibilidade dos sistemas construídos sobre este paradigma. Dentro deste conceito pode-se reutilizar um objeto através de dois mecanismos denominados recipiente/delegação e agregação (MICROSOFT, 1995).
- Transparência em relação à localização: os objetos podem estar localizados de forma distribuída num sistema e serem acessados de forma transparente como se estivessem localizados localmente. Esta transparência é possibilitada por uma infra-estrutura que garante a localização do objeto num sistema distribuído.

Na especificação COM um cliente pode ser definido de duas maneiras. Na primeira definição mais geral, cliente é um pedaço de código que está utilizando serviços de algum objeto, não importando onde este se encontra implementado. A segunda definição chama de cliente um agente ativo que aciona o fluxo de operações entre ele e um outro objeto utilizando a infra-estrutura COM para localizar o objeto desejado.

O modelo cliente-servidor também é utilizado na especificação COM e toda a interação entre objetos e clientes é baseado neste modelo. Servidor é definido como um código que constrói e atribui um identificador a uma classe de objetos. Isto possibilita que um cliente passe um identificador de classe para a infra-estrutura COM e peça um objeto de determinada classe. A arquitetura COM é capaz de carregar o código do servidor, pedir ao servidor que crie um objeto da classe pedida pelo cliente e conectar o objeto ao cliente. Convém observar que o servidor não é o objeto.

A especificação COM também possui um outro elemento chamado Implementador de Objeto (“Object Implementor”). Este é definido como uma aplicação que tem implementada um objeto com uma interface. O objeto é simplesmente um meio para expor funções para que aplicativos (clientes) possam acessar estas funções.

A Figura 22 mostra a representação padrão de um objeto da especificação COM. Note que o objeto da figura 22a possui mais de uma interface (interfaces A, B e C). Estas interfaces podem representar acessos a versões distintas de um mesmo objeto.

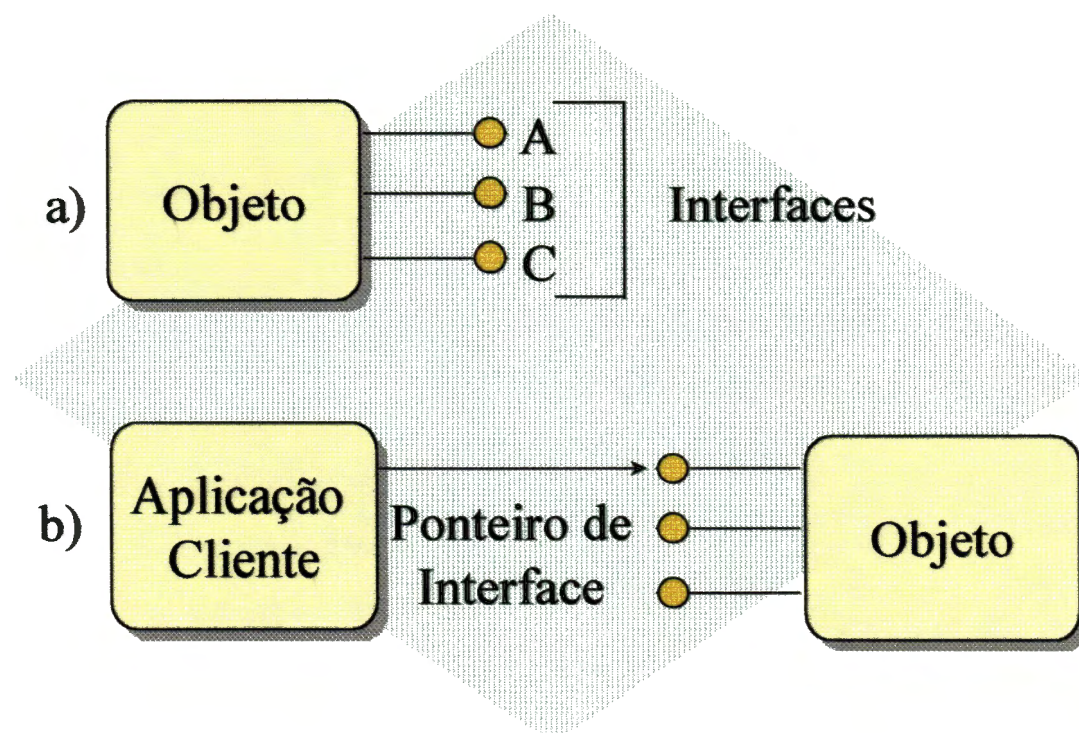


FIGURA 22 - a) Representação de um Objeto segundo o Modelo COM. b) Comunicação entre um Cliente e um Objeto segundo o Modelo COM

Na figura 22b está esquematizado um cliente conectando-se a um objeto. A interface cliente invoca o serviço de um objeto através do COM. O COM encontra o objeto e estabelece a comunicação entre o cliente e o objeto passando um ponteiro da interface do objeto ao cliente. À partir daí, toda comunicação entre cliente e objeto é realizada sem a intervenção do COM. A interface do cliente estende-se até o objeto ao qual deseja se conectar. A interação entre clientes e objetos é realizada por meio de interfaces e o cliente não possui acesso à implementação do objeto.

Comercialmente a Microsoft™ possui uma tecnologia chamada OLE (“Object Linking and Embedding”) construída à luz da especificação COM. A tecnologia OLE permite que usuários criem e editem documentos contendo itens ou “objetos” de múltiplas aplicações. Desta forma sons, planilhas, imagens podem ser combinados em documentos que possuem a tecnologia OLE (MICROSOFT, 1995).

2.4.6 DCE

Desenvolvido pela “The Open Group”¹⁴, a tecnologia de software “Distributed Computing Environment” (DCE) é um conjunto de serviços e ferramentas que visam suportar o desenvolvimento de aplicações distribuídas em ambientes heterogêneos, i.e., com diferentes padrões de software e hardware (BLOOMER, 1995; OSF, 1997). A tecnologia DCE fornece interoperabilidade e portabilidade dos aplicativos através de plataformas heterogêneas em redes LANs ou WANs. O “Open Group” fornece os códigos fonte da tecnologia DCE para que os desenvolvedores de software possam utilizá-la em seus produtos.

A Figura 23 mostra o conceito utilizado na tecnologia DCE. Basicamente a tecnologia DCE reside entre os aplicativos e o sistemas operacionais, rede de computadores e protocolos. Com isto a tecnologia DCE isola os aplicativos desenvolvidos das particularidades de cada plataforma de hardware e/ou software. Na tecnologia DCE é de grande importância o modelo cliente-servidor. Um grupo de máquinas executando um conjunto mínimo (serviços de diretório, segurança e de sincronismo de tempo) de serviços da tecnologia DCE é denominado célula DCE.

¹⁴ The Open Group: é um consórcio de usuários, desenvolvedores e vendedores de software que visa o desenvolvimento de sistemas de tecnologia aberta. Participam deste consórcio empresas como a IBM, a Digital Equipment Corporation, Fujitsu entre outras.

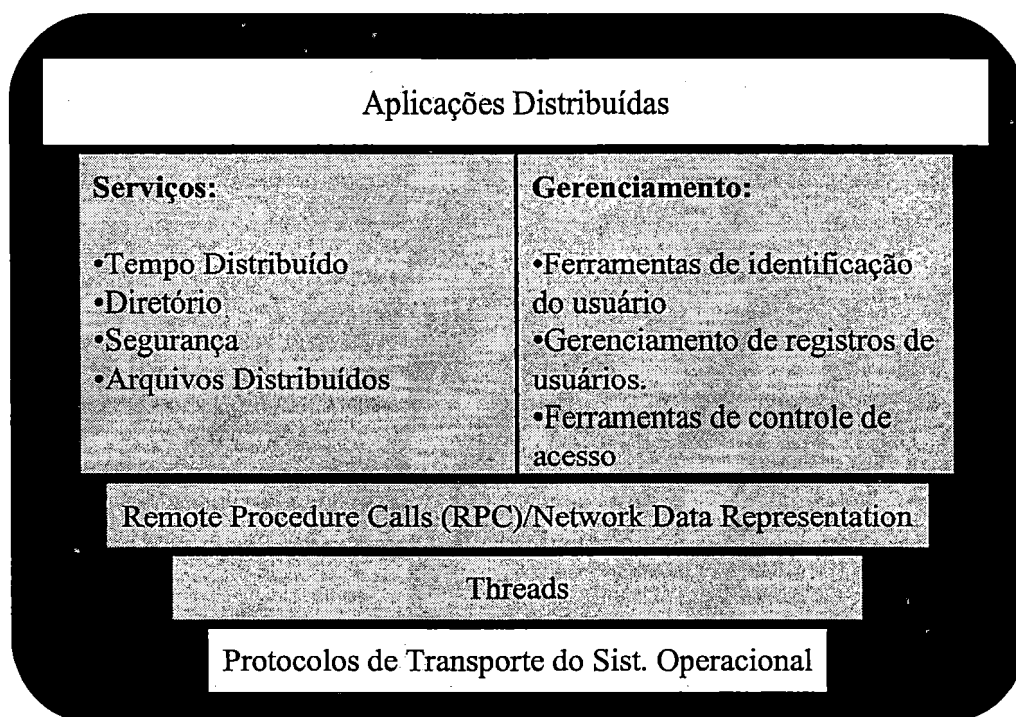


FIGURA 23 - Esquema dos serviços da tecnologia DCE.

Os principais serviços da tecnologia DCE são:

- “Remote Procedure Call” (RPC): todos os demais serviços da tecnologia DCE são baseadas na utilização de RPCs. Basicamente RPC são chamadas a procedimentos que estão armazenados fora da área de memória da máquina. Estas chamadas, para o aplicativo, ocorrem como se fossem efetuadas chamadas locais. A interface entre o aplicativo e os protocolos específicos de rede é realizado pelo “stub”, um módulo que descreve o protocolo específico entre o cliente e o servidor. As chamadas RPC podem ser síncronas (o cliente pára sua execução até receber uma resposta do servidor) ou assíncronas (o cliente não interrompe sua execução até receber um resposta do servidor). Note que uma chamada RPC exige que se especifique a localização do procedimento a ser executado.
- Serviços de “threads”¹⁵: trata-se de um componente fundamental na tecnologia DCE que possibilita a execução de múltiplas “threads” simultaneamente em uma máquina. A execução simultânea de várias “threads” é útil para processos de entrada e saída assíncronos ou serviços concorrentes. Como alguns sistemas não suportam a execução de várias “threads”, a

¹⁵ Thread: vide glossário.

tecnologia DCE incluiu um serviço de “multithreading” num nível superior ao “kernel” do sistema operacional¹⁶. Com isto é possível desenvolver sistemas servidores que possam atender a vários pedidos de clientes simultaneamente.

- Serviços de segurança: os serviços de segurança garantem a identificação dos clientes (pessoas ou softwares), as políticas de acesso a recursos e a administração de contas. A tecnologia DCE utiliza uma versão estendida do esquema de segurança Kerberos.
- Serviços de tempo (“Time Services”): garante o sincronismo do “clock” das máquinas em um ambiente distribuído. O sincronismo de “clock” é importante em algumas aplicações tais como, por exemplo, na atualização de dados em um banco de dados.
- Serviço de diretório: possibilita a armazenagem e a recuperação de informações sobre recursos (usuários, máquinas e serviços) através de sua localização em um sistemas de diretório que engloba todo o sistema distribuído. O serviço de diretório opera através de diversos outros serviços tais como: o Serviço de Diretório de Célula (“Cell Directory Service” - CDS) que administra o esquema de nomes e de diretório numa célula DCE e o Serviço de Diretório Global (“Global Directory Service” - GDS) que comunica-se com os Agentes de Diretório Globais (“Global Directory Agent” - GDA) responsáveis pela busca de recursos dentro das células. A Figura 24 mostra a conectividade do esquema de diretório na tecnologia DCE.

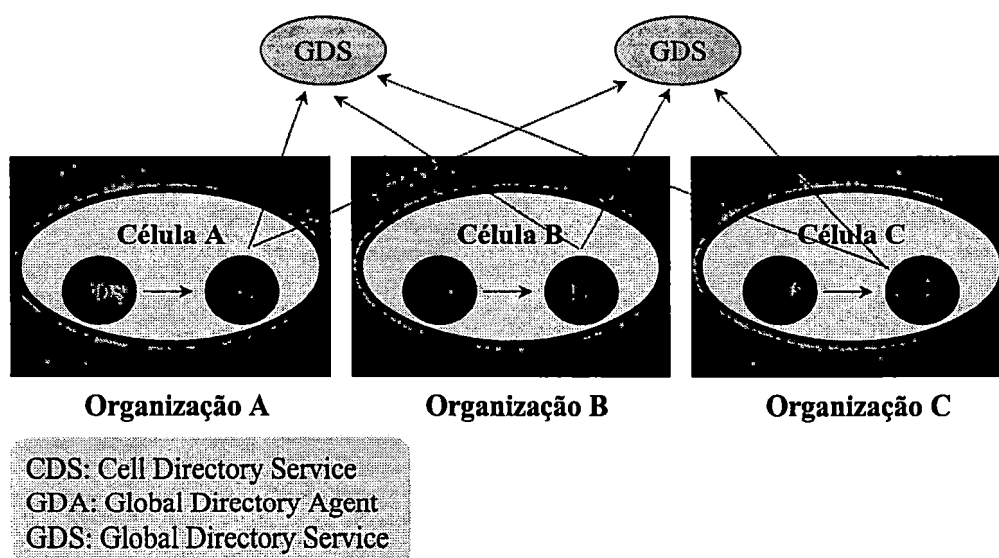


FIGURA 24 - Esquema de conectividade de serviços de diretórios na tecnologia DCE.

¹⁶ Kernel do Sistema Operacional: vide glossário.

- Serviço de arquivos distribuídos: garante o acesso aos arquivos distribuídos na rede.

Além dos serviços acima descritos há ainda um sistema de representação de dados (“Network Data Representation” - NDR) que possibilita a comunicação de dados entre plataformas distintas através do uso de um esquema de representação próprio. Todos estes serviços garantem a interoperacionalidade e a integração de plataformas distintas.

A tecnologia DCE também fornece suporte a modelos de programação orientados a objetos, sem excluir outras especificações já existentes, como por exemplo, a especificação CORBA (OSF, 1997). Segundo OSF (1997), a tecnologia DCE é chave para muitas outras tecnologias orientadas a objetos implementadas por desenvolvedores tais como a IBM (com a tecnologia orientada a objetos SOM/DSOM) e a Hewlett-Packard (com a tecnologia DCE++).

2.5 “National Industrial Information Infrastructure Protocol” (NIIP)

2.5.1 Generalidades

O “National Industrial Information Infrastructure Protocols (NIIP) Consortium” é um grupo de organizações com o interesse comum de desenvolver tecnologias para possibilitar a criação de empresas virtuais nos Estados Unidos. Do consórcio NIIP participam um total de 18 empresas (como por exemplo, a Digital Equipment, Lockheed Aeronautical, a Texas Instruments entre outras) lideradas pela IBM (NIIP, 1997). Além de empresas privadas, o governo norte-americano, através do investimento de fundos e de agências ARPA (“Advanced Research Projects Agency”) e da Força Aérea (USAF), participa nas atividades desenvolvidas pelo consórcio NIIP.

Uma empresa virtual, segundo o consórcio NIIP, deve ser capaz de interoperar e trocar informações em tempo real como se fosse uma unidade integrada. Para tanto o consórcio NIIP procura desenvolver uma arquitetura de referência baseada em tecnologias abertas e orientadas a objeto que possibilite a rápida formação, operação e dissolução de empresas virtuais.

O objetivo primário do consórcio NIIP é desenvolver, demonstrar e transferir tecnologias que permitam que as empresas virtuais possam colaborar e compartilhar

informações de engenharia e de manufatura (NIIP, 1995). Além disso, outros objetivos do NIIP descritos em NIIP (1995) são:

- demonstrar a viabilidade prática do NIIP;
- oferecer fundamentos técnicos para a implementação de empresas virtuais;
- estabelecer uma infra-estrutura de protocolos de software aberta que seja capaz de integrar processos heterogêneos e distribuídos, dados e ambientes computacionais através da base manufatureira norte-americana;
- implementar o NIIP a partir de padrões emergentes, existentes e de facto;
- documentar e distribuir a arquitetura de referência NIIP e as tecnologias através da National Information Infrastructure;
- promover a disponibilidade e comercialização das tecnologias NIIP;
- fornecer funcionalidade e usabilidade aos usuários finais para que estes possam formar empresas virtuais;
- encorajar a ampla utilização da tecnologia NIIP;
- desenvolver tecnologias que facilitem o compartilhamento de informações manufatureiras e de engenharia e que suportem a colaboração através de empresas virtuais;
- implementar o NIIP selecionando, englobando, integrando e promovendo os elementos que facilitem a formação de empresas virtuais manufatureiras;
- elaborar projetos pilotos para demonstrar a possibilidade e praticidade do NIIP.

Para atingir estes objetivos o consórcio NIIP desenvolve uma arquitetura (ou modelo) de referência baseada em padrões e tecnologias de facto, abertas e orientadas a objetos. Esta arquitetura de referência é a base para o desenvolvimento de uma arquitetura de implementação que possa ser utilizada para o desenvolvimento de sistemas para empresas virtuais à luz do NIIP.

As principais tecnologias utilizadas pelo consórcio NIIP são: os serviços e facilidades de comunicação baseados em tecnologia Internet TCP/IP; as tecnologias

orientadas a objeto da “Object Management Group” (OMG); padrão de modelagem de informação tais como o “Standard for the Exchange of Product Model Data” (STEP). Um vez que tais tecnologias não são completamente integradas, tecnologias adicionais são necessárias para o gerenciamento do trabalho e do conhecimento das empresas virtuais. O consórcio NIIP procura influenciar o desenvolvimento das tecnologias acima através da participação em organizações relacionadas (OMG, ISO/STEP, “Internet Society”, “Workflow Management Coalition” - WfMC, entre outras).

Desta forma, o consórcio NIIP representa um esforço organizado no sentido de desenvolver tecnologias que permitam às indústrias norte-americanas uma vantagem competitiva através da formação de redes de cooperação baseadas em empresas virtuais.

2.5.2 Tecnologias Chaves

A arquitetura proposta pelo consórcio NIIP pretende ser aberta, de facto e orientada a objetos. De forma mais detalhada, segundo NIIP (1995), as metas e objetivos da arquitetura NIIP são mostrados na Tabela 1.

Para atingir as metas e objetivos a seguir, o consórcio NIIP propõe quatro tecnologias necessárias às empresas virtuais:

- protocolos de comunicação comuns;
- tecnologia orientada a objetos uniforme para a interoperacionalidade de sistemas e aplicações;
- modelos comuns de especificação e troca de informações e
- gerenciamento cooperativo dos processo de um empresa virtual integrada.

TABELA 1 - Metas e Objetivos da Arquitetura NIIP

Metas e Objetivos da Arquitetura NIIP
Independência e modularidade: deve ser possível especificar separadamente e implementar cada serviço. Sistemas monolíticos devem ser vistos como uma coleção de serviços independentes.
Reuso: os serviços devem ser desenvolvidos para permitir o reuso. Deve-se minimizar a duplicação de funcionalidades.
Funcionalidade: funcionalidade deve pertencer aos serviços mais apropriados para facilitar a modularidade, independência e reuso.
Uso de "Interface Definition Languages" (IDL): os sistemas legados devem ser acessíveis via IDLs.
Interoperação: os serviços devem interoperarem quando há dependências.
Interfaces e comportamentos: interfaces e comportamentos devem ser especificados de forma que partes possam trabalhar conjuntamente mesmo após alterações na implementação.
Consistência: serviços distintos devem ser capazes de operarem conjuntamente.
Extensibilidade: serviços devem ser extensíveis através de processos interativos. A extensão deve ser claramente definível através de herança múltipla, delegação entre outros mecanismos.
Novos serviços: novos serviços devem ser definidos sem a necessidade de redesenhar os sistemas.
Meta dados: serviços devem especificar suas necessidades de meta dados. Meta dados necessários por um serviço podem estar disponíveis em bases repositórios de conhecimentos ou podem ser adicionada na etapa de compilação ou manualmente.
Garantias: garantias devem ser providenciadas contra a corrupção dos serviços. Estas garantias devem assegurar a integridade, confiabilidade, e segurança dos serviços dos objetos.
Portabilidade: os serviços devem ser desenvolvidos de forma a serem portáveis nas mais diversas plataformas de hardware e software.
Interfaces: as interfaces devem ser desenvolvidas para assegurarem desempenho adequado do sistema.
Gerenciamento de eventos: a arquitetura deve oferecer gerenciamento de eventos.
Múltiplos ambientes: os serviços devem ser especificados para múltiplas implementações que são otimizadas para diferentes ambientes.

A [Figura 25](#) mostra a relação entre estas quatro tecnologias especificando os padrões e modelos adotados. Na figura é possível observar que as tecnologias de gerenciamento do trabalho e do conhecimento utiliza e integra as outras três tecnologias. Já as tecnologias de comunicação (baseada em tecnologia Internet TCP/IP) e a de informação são integradas através da tecnologia de orientação á objeto. A seguir são detalhas estas quatro principais tecnologias.



OMG: Object Management Group
 STEP: Standard for the Exchange of Product
 WfMC: Workflow Management Coalition
 CFI: CAD Framework Initiative

FIGURA 25- Tecnologia envolvidas na arquitetura NIIP (NIIP, 1995).

Primeiramente, a tecnologia de comunicação adotada pelo consórcio NIIP é a Internet TCP/IP que atualmente é uma das tecnologias de comunicação de facto mais amadurecida. Dentro do NIIP a tecnologia Internet provê meios de comunicação para que o ORB, implementado segundo as especificações do OMG, possa interligar os objetos distribuídos pela empresa virtual. A tecnologia Internet já oferece mecanismos e serviços para a localização e acesso aos dados distribuídos através de redes de computadores. Segundo o NIIP(1995) os serviços Internet que seriam úteis em uma empresa virtual seriam, entre outros, a tecnologia World Wide Web, sistemas de fóruns e sistemas eletrônicos de correio.

A tecnologia orientada a objetos do OMG fornece um modelo para interoperabilidade, reuso, e portabilidade de componentes de softwares baseados em interfaces orientadas a objetos. O OMG “Common Object Request Broker” (CORBA) define um modelo IDL de objetos e fornece mecanismos básicos para transporte de pedidos e respostas. Extensões do modelo CORBA provê suporte para utilização de tecnologias TCP/IP e DCE. Na arquitetura NIIP, a tecnologia orientada a objetos do OMG atua como integrador entre as tecnologias de comunicação e de transferência de informações (STEP).

A existência de uma tecnologia de modelagem e troca de informações industriais é de grande importância à arquitetura NIIP. O modelo “Standard for the Exchange of Product Model Data (STEP)” fornece uma base para comunicação de informações em todos os

estágios do ciclo de vida dos produtos. Os componentes fundamentais do STEP são modelos para informação sobre produtos e padrões para troca de informações definidas nos modelos. O consórcio NIIP procura estender o STEP para tornar as informações no formato STEP visíveis como objetos num ambiente OMG CORBA. Vistos como objetos, as informações sobre produtos poderiam ser compartilhadas entre aplicativos (garantindo interoperacionalidade) e usuários (engenharia concorrente) além de possibilitar que partes de um mesmo projeto sejam elaboradas separadamente e integradas num único documento.

Finalmente há a necessidade de uma tecnologia de gerenciamento do trabalho e do conhecimento. Os serviços de gerenciamento do trabalho e do conhecimento fornecem um framework para gerenciamento das atividades de trabalho em resposta a eventos externos à empresa virtual. A tecnologia de gerenciamento do trabalho fornece suporte à colaboração através do modelamento das associações múltiplas, tais como fluxos de dados, fluxos de controle e relações semânticas entre atividades, papéis, grupos aplicativos e dados. Também permite que os usuários saibam os recursos, a seqüência e a documentação necessária para a execução de suas tarefas. O conhecimento necessário aos serviços de gerenciamento do trabalho é extraído de um modelo de gerenciamento do trabalho.

Numa empresa virtual os recursos, formados por pessoas, informações, sistemas de hardware e software, ferramentas entre outros, encontram-se distribuídos através da rede de parceiros que a compõe. Além disso, os recursos das organizações são geralmente heterogêneos e até mesmo incompatíveis entre si. Para que os recursos disponíveis em uma empresa virtual sejam acessíveis, é necessário que os mesmos sejam uniformemente modelados. O consórcio NIIP adota a modelagem orientada a objetos para obter uma base de conhecimento a respeito dos recursos de cada uma das organizações participantes. Esta base de conhecimento modela recursos (pessoas, sistemas de software e/ou hardware, estrutura organizacional entre outros) como tipos de objetos. As propriedades, limitações, operações ou métodos destes objetos são definidos pelos tipos dos mesmos e resulta em um esquema conceptual local orientado a objetos.

Além dos esquemas conceituais locais de cada organização participante da empresa virtual, há uma série de limitações, relacionamentos entre objetos dos esquemas conceituais locais e estruturas que devem ser definidas para a possibilitar a operação de uma empresa virtual. O conjunto dos esquemas conceituais locais acrescidos destas limitações, relacionamentos e estruturas dão origem ao esquema conceptual global orientado a objetos. O esquema conceptual global e outros tipos de informações globais (como, por exemplo,

novas associações que interligam tipos de objetos em esquemas locais distintos, novas limitações impostas aos esquemas conceituais locais e regras de mediação para a resolução de conflitos de nomes, estruturas ou semânticas) distribuídos pela empresa virtual formam a meta base de conhecimento da empresa virtual. Toda informação global necessária para o acesso aos recursos heterogêneos da empresa virtual são candidatos para constar na meta base de conhecimento da empresa virtual. Todo processo de modelagem encontra-se na etapa de construção da meta base de conhecimento da empresa virtual.

Para acessar esta meta base de conhecimento, as pessoas, os softwares ou outros tipos de “clientes” poderão utilizar chamadas remotas via a tecnologia ORB, interfaces gráficas ou outros tipos de linguagem de alto nível.

Além da meta-base de conhecimento, uma empresa virtual, segundo o consócio NIIP, necessita de um conjunto de serviços que permita aos usuários e/ou sistemas de software o acesso a outros recursos espalhados pela empresa virtual. O documento NIIP (1995) propõe treze serviços:

- serviços de desktop: são os serviços utilizados para apresentar aos usuários todos os serviços autorizados aos mesmos. Estes serviços podem aparecer como simples linhas de comandos, como nos primeiros sistemas UNIX, ou ainda interfaces gráficas tais como os sistemas WINDOWS;
- serviços de tarefa e seção: gerenciam o ambiente de trabalho do usuário durante a sua utilização;
- serviços de workflow: gerenciam a execução assíncrona e síncrona de serviços pelos usuários. Estes serviços capturam os aspectos dinâmicos do negócio. Além disso estes serviços podem ser utilizados em simulações visando a otimização dos processos de negócios;
- serviços para gerenciamento de aplicações: utilizados para o registro e chamada de ferramentas dentro de um ambiente de execução. Estes serviços auxiliam a integração dos aplicativos legados;
- serviços agentes: gerenciam e facilitam a comunicação entre agentes definidos na base de conhecimento. Agentes são “proxies” computacionais dos recursos da empresa, tais como

pessoas, máquinas, unidade organizacional ou sistemas de software que interagem com outros agentes em nome dos recursos;

- negociação: usados entre cliente e servidor. A negociação envolve quatro estágios:
 1. Chamada do Serviço;
 2. Aceitação de executar o serviço (por parte do servidor);
 3. Envio do resultado;
 4. Concordância entre o serviço pedido e os resultados enviados.
- serviços de mediação: permitem que os clientes (homens ou softwares) utilizem suas próprias terminologias quando chamam serviços com nomes, parâmetros ou conteúdo diferentemente descritos pelos outros parceiros da empresa virtual;
- serviços de comunicação: fornecem uma interface comum para ambientes não desenvolvidos para trabalharem com ORBs;
- serviços de gerenciamento de dados: gerenciam os objetos de dados dos usuários;
- serviços de gerenciamento do conhecimentos: fornecem acesso à base de conhecimento da empresa virtual, monitora eventos, verifica condições globais dos dados e realiza as operações associadas ao objeto;
- ferramentas Internet: serviços que facilitam o uso de ferramentas Internet (Web, e-mail entre outras) dentro de um ambiente NIIP¹⁷;
- serviços de modelagem de informação STEP: serviços que facilitam o uso de ferramentas STEP dentro de um ambiente NIIP;
- monitor da empresa virtual: fornece serviços para controle e validação de pedidos dentro do ambiente NIIP.

¹⁷ Ambiente NIIP: é definido aqui como um ambiente computacional que utiliza as especificação da arquitetura NIIP.

Todos estes serviços, juntamente com a meta base de conhecimentos, devem possibilitar a integração dos parceiros de uma empresas Virtual de forma que estes operem como uma única organização a despeito da existência de recursos heterogêneos.

Capítulo 3

Infra-estrutura de Informação para Empresas Virtuais: Características e Dificuldades de Implementação

3. Introdução

Neste capítulo são analisadas as características ideais de uma infra-estrutura de informação para empresas virtuais. Também são apresentadas as principais dificuldades para a formação de infra-estruturas de informação que garantam a integração interempresarial necessária a formação de empresas virtuais.

3.1 Características Ideais de uma Infra-Estrutura de Informação para Empresas Virtuais

Uma empresa virtual, a despeito de ser composta por um conjunto de empresas independentes, deve operar de forma integrada nos níveis organizacional, estratégico, gerencial e operacional. Fazendo-se então uma analogia entre uma empresa virtual e empresas singulares (como mostrado em VERNADAT, 1996), pode-se dizer que uma empresa virtual deve buscar a integração dos níveis organizacionais nos sentidos horizontais e verticais. A infra-estrutura de informação é um dos componentes¹⁸ que auxiliam a integração horizontal e vertical destes níveis. Ainda utilizando a analogia entre uma empresa virtual e uma empresa singular, o triângulo de Anthony (THE DOOLEY GROUP, 1989) pode ser esquematizado como na Figura 26. Nesta figura, as várias empresas participantes de

¹⁸ A infra-estrutura de informação, no contexto de uma empresa, não é condição necessária nem suficiente para que haja a integração dos negócios nos níveis estratégico, gerencial e operacional.

uma empresa virtual são representadas por segmentos verticais do triângulo de Anthony¹⁹. De modo geral, cada empresa participante de uma empresa virtual atua em todos os níveis organizacionais da mesma, i.e., estratégico, gerencial e operacional. A infra-estrutura informação de uma empresa virtual deve garantir a integração dos sistemas de informação em ambas as direções, horizontal e vertical. Tal integração representa um grande desafio devido a vários problemas dos quais a dimensão tecnológica não é a principal. Questões de custo-benefício, de grau de maturidade tecnológica das empresas componentes da empresa virtual entre outras são grandes desafios ao estabelecimento de uma integração interempresarial. Neste trabalho apenas o aspecto tecnológico será enfocado passando-se, de forma superficial, pelo problema da modelagem da empresa virtual.

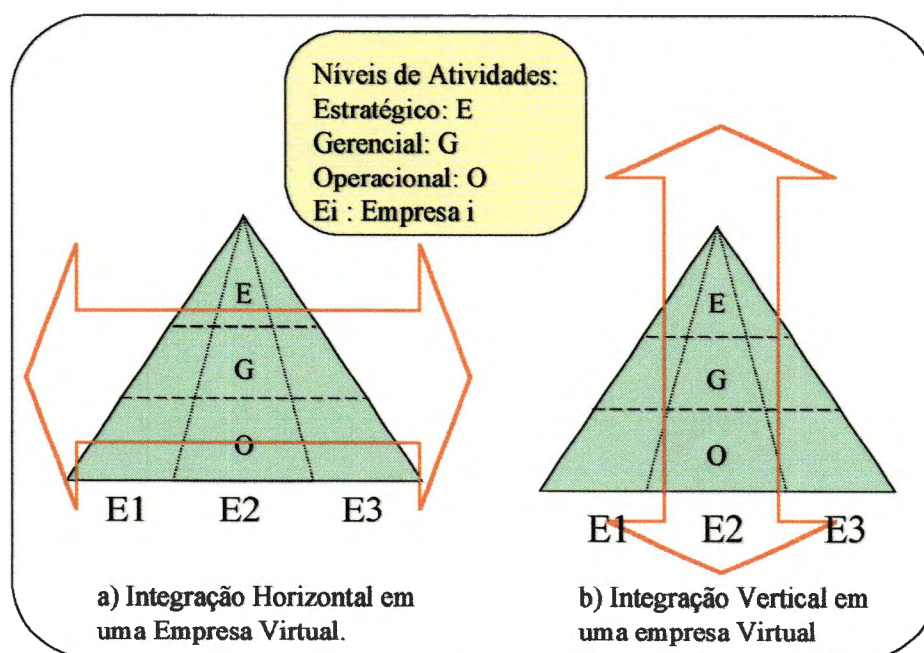


FIGURA 26 - Níveis de Integração em um Empresa Virtual (Adaptação de VERNADAT, 1996).

A garantia da integração das infra-estruturas de informação das empresas participantes de uma empresa virtual depende das características dos componentes de

¹⁹ A Figura 26 pode ainda ser comparada á análise feita por Scheer (1994) em relação á integração empresarial na página 5. Trata-se aqui de uma extensão da integração intra-empresarial para o caso da integração interempresarial.

hardware/software (que conjuntamente definem a plataforma de integração²⁰ do sistema) e também da existência de um modelo da empresa virtual.

A função do modelo da empresa virtual é unificar semanticamente²¹ (VERNADAT, 1996) a infra-estrutura de informação para que haja possibilidade da interoperação dos sistemas de informação das empresas participantes. Além disso o modelo da empresa virtual define os processos de negócios, políticas de administração e direitos de acesso aos recursos de informação. Pode-se afirmar que a existência de um modelo da empresa virtual é condição necessária para a eficiência da infra-estrutura de informação da empresa virtual.

Buscando estabelecer como seria a plataforma de integração de uma infra-estrutura de informação ideal, pode-se determinar características ideais para a plataforma enfocando a mesma em vários aspectos. Tal idealização pode ser extrema ou não. Um exemplo de idealização extrema para uma característica de uma plataforma de integração seria buscar taxas de comunicação infinitas (infinitos bits por segundo). É claro que tal exigência para a plataforma de integração jamais poderá ser alcançado por ser física e tecnologicamente impossível, mas ela pode ser entendida como uma extrapolação da característica de altas taxas de comunicações desejáveis em uma plataforma de integração. Tal abordagem não é nova em outras áreas da engenharia de produção, como por exemplo, no sistemas de melhoria contínua da qualidade²², aonde se objetiva chegar ao zero defeito. O princípio é simples: estabelece-se características impossíveis de serem alcançadas para que o processo de melhoria seja contínuo. A vantagem desta abordagem é possibilitar a definição das características desejáveis para a infra-estrutura de informação além de manter a meta pela busca da melhoria contínua.

²⁰ Plataforma de Integração: é um termo utilizado por VERNADAT (1996) para tecnologias de informação aplicadas à integração de empresas. Note que infra-estrutura de informação, como definida aqui, engloba a plataforma de integração

²¹ Unificação semântica: refere-se a adoção de uma semântica (entendida como a representação do sentido dos enunciados) comum entre os sistemas. Assim quando dois sistemas A e B possuem o mesmo entendimento sobre um determinado conceito C há a unificação semântica entre ambos. Num exemplo concreto, o atributo composto endereço possui, por exemplo, em ambos os sistema (A e B) os mesmos atributos atômicos, como por exemplo, de nome da rua, número, cidade, CEP, cidade e país.

²² Outro exemplo seria a máxima de “estoque zero” no Just-in-Time (JIT).

A definição das características ideais para uma infra-estrutura de informação é algo altamente subjetivo e tende a ser necessariamente incompleta. Sempre pode-se fazer novas exigências a respeito do que seria uma infra-estrutura ideal. Além disso, no estabelecimento das características ideais de uma infra-estrutura de informação, o estado da arte tecnológico desempenha um papel fundamental influenciando na escolha das características tidas como ideais. Entretanto, é possível estabelecer algumas características ideais baseando-se na bibliografia utilizada por este trabalho. As características ideais para uma plataforma de integração identificadas neste trabalho foram :

- taxas de comunicação infinitas: significando a capacidade de transmitir dados, voz, imagem ou vídeo instantaneamente;
- custo zero de equipamentos, meios comunicação e softwares: significando o fim da barreira econômica na aquisição de equipamentos, meios de comunicação (redes LANs, MANs ou WANs) e de softwares;
- total abertura dos sistemas: significando a ampla divulgação e adoção de padrões de softwares e equipamentos pelos desenvolvedores e fabricantes dos mesmos;
- total portabilidade: significando a capacidade dos softwares operarem em qualquer plataforma de hardware;
- total segurança: significando a proteção dos dados e operações executadas pelos usuários contra acessos não autorizados ou ataques (eliminação ou alteração) voluntários de outras pessoas;
- total distribuição: significando a capacidade da plataforma de integração operar de forma distribuída;
- total capacidade migratória: significando a capacidade da plataforma de integração acompanhar a evolução tecnológica sem restrições;
- total interoperabilidade: significando a capacidade irrestrita dos softwares comunicarem-se entre si para a execução de tarefas;
- total confiabilidade: significando a operação contínua sem falhas da infra-estrutura de informação;

- desempenho ótimo: os aplicativos devem atingir níveis ótimos de desempenho computacional para os usuários do mesmo;
- adequação perfeita à empresa virtual: significando que a plataforma de integração é perfeitamente adequada aos processos de negócios da empresa virtual atendendo-os completamente.

Todas as características ideais descritas acima são tecnologicamente impossíveis de serem obtidas. No entanto elas refletem o que se desejaria de uma plataforma de integração para empresas virtuais. A idéia básica é que as características acima listadas representem os valores mais altos, impossíveis de serem alcançados, de uma escala contínua que refletisse as características acima descritas. Por exemplo, pode-se estabelecer uma escala a respeito das taxas de comunicação alcançadas e o grau de abertura dos sistemas atingidos pelas diversas tecnologias como mostrado na [Figura 27](#). Se as decisões quanto as aquisições de tecnologias de hardware e software visarem as características acima, plataformas de integração mais adequadas podem ser obtidas. Muitas das características descritas acima dependem dos avanços tecnológicos, ultrapassando o domínio de influência das decisões das empresas isoladamente a respeito dos equipamentos que as mesmas possam adquirir. No entanto observa-se que a tecnologia também tem avançado na direção das características ideais acima descritas²³. Desta forma, paulatinamente, a tecnologia de informação adquire graus melhores no continuum²⁴ das características acima descritas.

²³ Exemplos desta afirmação é ampla divulgação de padrões abertos (como, por exemplo, CORBA, COM, TCP/IP) em detrimento das soluções proprietárias, o barateamento dos equipamentos computacionais e softwares nos últimos 20 anos.

²⁴ Continuum: da matemática, refere-se a um conjunto contínuo.

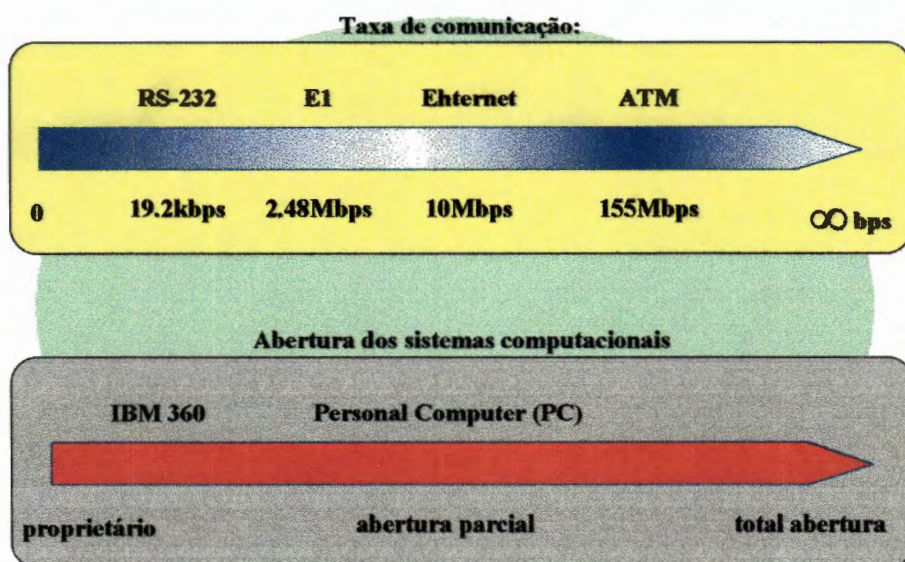


FIGURA 27 - Exemplo do Continuum de características desejadas para a Plataforma de Integração da empresa virtual.

3.2 Infra-estruturas de Informação para Empresas Virtuais

A integração interempresarial das informações é uma peça chave na constituição de empresas virtuais. Tal integração deve permitir que as barreiras organizacionais e geográficas sejam minimizadas e que equipes de trabalho de empresas distintas possam trabalhar de forma cooperativa. Tecnicamente os recursos de software, hardware e telecomunicações são os responsáveis por esta integração interempresarial das informações. Estes recursos são conjuntamente denominados de tecnologias de informação. As tecnologias de informação juntamente com as soluções de integração de sistemas são denominados aqui de infra-estrutura de informação.

A infra-estrutura de informação para empresas virtuais deve suportar o intercâmbio de informações necessárias à integração interempresarial. Tais informações podem estar nas mais diversas formas: arquivos de dados, imagens, gráficos, sons entre outras. Além disso, a infra-estrutura de informação deve prover meios de comunicação entre os grupos de trabalhos das empresas participantes. Estes meios de comunicação são coletivamente chamados de sistemas groupware incluindo-se neles sistemas de videoconferência. Outros requerimentos de ordem técnica são, por exemplo, segurança e controle da infra-estrutura de informação.

A implementação²⁵ de uma infra-estrutura de informação para empresas virtuais é um problema complexo e que não admite uma solução geral (MUNKVOLD, 1996). Muitos fatores influenciam a implementação de uma infra-estrutura de informação para empresas virtuais e, por isso, as soluções devem pautarem-se em cada caso específico. Apesar de serem poucos os trabalhos que discorrem sobre a implementação de infra-estruturas de informação para empresas virtuais, pode-se fazer um paralelo com os problemas encontrados no caso de infra-estruturas de informação intra-empresariais e de sistemas interorganizacionais (MUNKVOLD, 1996). Alguns dele são mostrados na Figura 28.

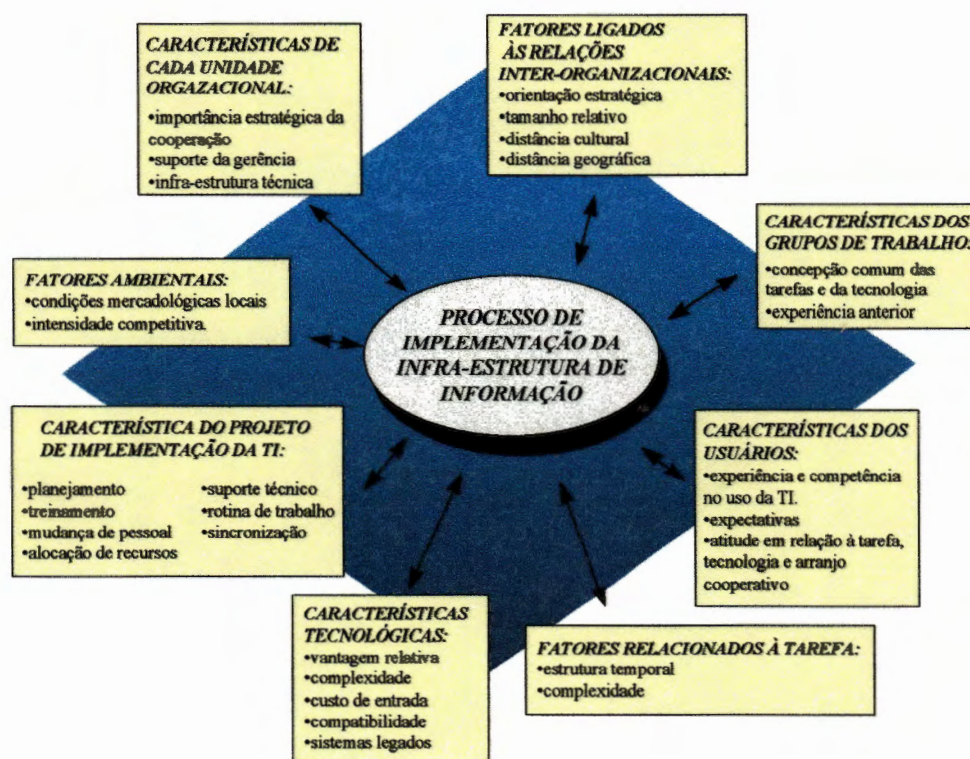


FIGURA 28 - Fatores que influenciam a implementação de uma infra-estrutura de informações para empresas virtuais.

Fatores ligados à relação entre os parceiros de uma empresa virtual são de grande importância. Neste contexto, a orientação estratégica de cada parceiro, isto é, a posição horizontal ou vertical de cada um numa cadeia de valor, pode criar competitividade entre os

²⁵ Implementação de uma infra-estrutura de informação é entendida aqui como o processo de introdução de tecnologia de informação no contexto organizacional no qual a mesma será aplicada.

mesmos. Outro fator importante relaciona-se com o tamanho de cada organização. Normalmente, os parceiros maiores possuem maior influência sobre as decisões dos menores causando uma assimetria nas relações cooperativas. Exemplo deste caso é a adoção obrigatória de sistemas "Electronic Document Interchange" (EDI) pelas empresas fornecedores de autopeças (ELECTRONIC COMMERCE WORLD INSTITUTE, 1996).

Fatores ambientais estão ligados à necessidade da implementação de uma infraestrutura de informação devido às características de mercado e intensidade competitiva. Exemplo disso está no fato que os principais setores que utilizam a tecnologia de informação como arma estratégica normalmente são aqueles altamente competitivos tais como: microeletrônica, aeroespacial, softwares, bancos entre outros.

Fatores ligados às características do projeto de implementação da infra-estrutura são também relevantes. Neste item estão inclusos o planejamento de implementação, o treinamento do pessoal envolvido, o sincronismo da implementação nos diversos parceiros, a distribuição de recursos, o suporte técnico e as rotinas de trabalho.

Fatores de caráter tecnológico relacionam-se com a evolução relativa dos parceiros, complexidade, custos e compatibilidade dos sistemas de informação. Particularmente, o problema de compatibilidade entre as tecnologias de informação das empresas envolvidas diz respeito aos protocolos, plataformas e sistemas de comunicação empregados por cada participante. Também deve-se considerar a existência de sistemas legados, isto é, daqueles sistemas já utilizados nas empresas e que representam um capital investido em softwares e hardware além de treinamento de pessoal (BEHUNIAK, 1995).

A complexidade e a estrutura das tarefas a serem executadas também influenciam o processo de implementação da infra-estrutura de informação. Este item irá determinar o tipo de informação que deve ser trocada entre os participantes, bem como a natureza dos sistemas a serem implementados.

As características dos usuários e das equipes de trabalho também representam outro fator que influencia a implementação de uma infra-estrutura de informação para empresas virtuais. Com relação ao usuário, a familiaridade do mesmo no uso de sistemas informatizados é importante, pois pode ser um fator de sucesso ou fracasso na implementação de uma infra-estrutura de informação. Novamente aqui a influência dos sistemas legados é enorme já que eles representam um investimento, em tempo e dinheiro no

treinamento dos funcionários. Da mesma forma a capacidade das equipes trabalharem cooperativamente através da infra-estrutura de informação é fundamental.

Finalmente a característica de cada unidade organizacional é responsável pelo grau de empenho que cada participante atuará na empresa virtual. Dentre estas características incluem-se a importância estratégica do arranjo cooperativo para cada parceiro, o suporte da alta gerência e a infra-estrutura técnica de cada um.

Todos os fatores acima mencionados influenciam na implementação de uma infra-estrutura de informação para empresas virtuais. Nota-se que as características técnicas não são as únicas, nem talvez as determinantes, a influenciarem na implementação de uma infra-estrutura de informação.

3.3 Mecanismos para a Consolidação de Infra-estruturas de Informação em Empresas Virtuais

Do exposto acima, os obstáculos que dificultam a criação de infra-estruturas de informação para empresas virtuais são principalmente o descompasso tecnológico e as diferentes soluções tecnológicas adotadas pelas empresas individuais no planejamento e implementação dos sistemas de informação.

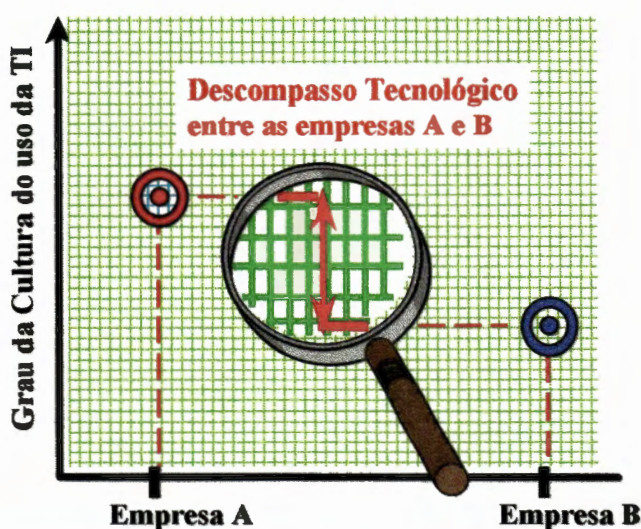
Por descompasso tecnológico entende-se os diferentes graus da cultura do uso da tecnologia de informação como arma para a obtenção de vantagens competitivas. Inclui-se nesta cultura do uso da tecnologia da informação os principais fatores abaixo listados:

- o grau de informatização das empresas: número de computadores utilizados como ferramenta de trabalho cotidiano pelas pessoas;
- o treinamento e a familiaridade das pessoas no uso da tecnologia de informação: em cada empresa pessoas de diferentes níveis hierárquicos possuem diferentes graus de treinamento no uso dos recursos de informática;
- a atualização tecnológica das empresas: as empresas possuem diferentes versões dos sistemas de hardware e de software;
- a importância dada à tecnologia de informação como arma competitiva: principalmente a visão que a alta gerência possui da importância da tecnologia de informação e como obter da

mesma benefícios frente aos concorrentes de mercado. A visão que a alta gerência possui é importante, pois pode estende-la ao resto da empresa.

Outros fatores podem influenciar o descompasso tecnológico entre as empresas como, por exemplo, fatores de ordem econômica. É correto afirmar que empresas maiores, i.e., com maiores recursos financeiros, podem investir mais no treinamento do pessoal e na compra de tecnologias de informação mais avançadas que as empresas menores. No entanto, mesmo em duas empresas de mesmo tamanho, ainda pode haver um grande descompasso tecnológico devido a fatores não econômicos como, por exemplo, a postura da gerência frente ao papel que a tecnologia de informação possui para a empresa. A Figura 29 esquematiza o problema do descompasso tecnológico.

As empresas tomam individualmente decisões sobre quais tecnologias de informação serão implementadas. Isto é natural levando-se em conta a independência e os interesses individuais de cada empresa. Isoladamente cada empresa constrói seu sistema de informação que adquire uma característica própria e, em vários graus, diferente dos sistemas de informação de outras empresas. No caso da formação de uma empresa virtual, as configurações, ou arquiteturas distintas das infra-estrutura de informação das empresas participantes podem auxiliar ou dificultar a integração interempresarial.



Grau da Cultura do uso da TI = f (grau de informatização, treinamento das pessoas, atualização tecnológica, visão da gerência quanto à TI, poder econômico, ...)

TI: Tecnologia de Informação.

FIGURA 29 - Esquematização do descompasso tecnológico entre duas empresas.

Tanto o problema do descompasso tecnológico quanto o das diversas soluções tecnológicas adotadas pelas empresas podem ser minimizados se houver mecanismos que permitam uma harmonia das infra-estruturas de informação dos integrantes de uma organização virtual. Dois mecanismos podem ser utilizados: o primeiro é a criação de uma nova entidade denominada Corretor²⁶ de Informações (“Information Broker”) e o segundo é o estabelecimento de acordos quanto à arquitetura dos sistemas de informação. Neste trabalho, estes dois mecanismos são considerados importantes e complementares um em relação ao outro. Por isso serão detalhados separadamente no capítulo seguinte.

²⁶ Corretor: inculcador, agenciador, intermediário.

Capítulo 4

Taxionomia da Infra-estrutura de Informação e Corretor de Informações

4. Introdução

Neste capítulo são apresentados dois mecanismos que visam auxiliar a implementação de infra-estruturas de informação para empresas virtuais.

4.1 Primeiro Mecanismo: Taxionomia da Infra-estrutura de informação

Vários setores empresariais podem utilizar o conceito de empresas virtuais visando obter vantagens competitivas. Assim, por exemplo, indústrias manufatureiras no setor metal-mecânico podem estabelecer uma cooperação na forma de empresas virtuais para atender uma grande encomenda como, por exemplo, a construção de uma nova usina hidrelétrica. Ou ainda, pode-se imaginar uma situação onde uma empresa do setor aeroespacial junta-se aos seus fornecedores num projeto de desenvolvimento de um novo avião. Claramente os dois exemplos anteriores exigem infra-estruturas de informação distintas, pois cada setor, metal-mecânico ou aeronáutico, possuem particularidades quanto aos tipos de informações, fluxo de trabalho e grau de interação necessária entre as pessoas trabalhando em telecooperação. Desta forma, a proposta de uma infra-estrutura de informação pode tomar duas abordagens distintas:

1) Propor uma infra-estrutura de informação específica e detalhada que atenda às necessidades de um setor particular como, por exemplo, o setor metal-mecânico especificamente na área manufatureira.

2) Propor uma taxionomia para infra-estruturas de informação genéricas que possa atender a muitas situações.

A primeira abordagem, i.e., propor uma infra-estrutura de informação específica e detalhada que atenda às necessidades de um setor particular, não é adequada pois deveria estar associada a um estudo de caso de algum setor industrial. A segunda abordagem, propor uma taxionomia de infra-estruturas de informação genéricas que possa atender a muitas situações particulares, parece ser a mais coerente. Isto porque, ao mesmo tempo que não limita o foco de abrangência deste estudo no tema de infra-estrutura de informações, não pretende ser audaciosa ao ponto de oferecer soluções a todas as necessidades de infra-estruturas de informação.

Visando fornecer um modelo o mais genérico possível e que atenda a maioria das necessidades, este trabalho limita-se a propor uma taxionomia como referência para o desenvolvimento de infra-estruturas de informação para empresas virtuais. O objetivo não é propor uma solução geral para todos os casos. Tal solução é muito difícil, ou até mesmo impossível, de ser alcançada. Além disso soluções voltadas para implementação dependem do contexto e necessitam de detalhes do ambiente da infra-estrutura de informação. A intenção da presente taxionomia é fornecer uma referência para o desenvolvimento de infra-estruturas de informação para empresas virtuais.

4.1.1 Taxionomia de Referência para Infra-estruturas de Informação.

Os objetivos da taxionomia de referência para infra-estruturas de informação apresentada neste trabalho são:

- 1) definir, baseado na bibliografia utilizada, os subsistemas componentes da infra-estrutura de informação de uma empresa virtual;
- 2) fornecer uma taxionomia de referência que permita identificar e compreender o inter-relacionamento dos subsistemas componentes de uma infra-estrutura de informação;
- 3) fornecer uma taxionomia de referência que permita a identificação de áreas de desenvolvimento no que se refere à infra-estrutura de informação;
- 4) fornecer um ponto de partida para o desenvolvimento de infra-estruturas de informação para aplicações específicas;

5) possibilitar o mapeamento de tecnologias existentes nos diversos subsistemas existentes.

Os objetivos 1) e 2) visam garantir um entendimento o mais completo possível dos subsistemas que compõe uma infra-estrutura de informação. A definição dos subsistemas componentes baseou-se na bibliografia utilizada neste trabalho que inclui desde aspectos relacionados à sistemas de redes de computadores até engenharia de integração de empresas. Os objetivos 3), 4) e 5) conjuntamente auxiliam o desenvolvimento de infra-estruturas de informação para empresas virtuais. Particularmente, o objetivo 5) é útil, pois auxilia a implementação de infra-estruturas de informação a partir da taxionomia de referência.

A Figura 30 mostra a taxionomia de referência proposta. Basicamente ela é formada por três grandes sistemas: plataforma de integração, tecnologias de modelagem empresarial, e sistemas de administração e segurança. A seguir são descritos os papéis de cada um destes sistemas:

- **Plataforma de integração:** Este é o principal sistema e o que permite a existência de um sistema computacional distribuído na empresa virtual. Sua função é possibilitar a interoperacionalidade dos aplicativos em um ambiente computacional heterogêneo.
- **Tecnologias de modelagem empresarial:** Este sistema é composto por metodologias e ferramentas (computacionais ou não) que possibilitam a modelagem de empresas virtuais.
- **Sistemas de Administração e Segurança:** Visam proteger a integridade das informações e dos aplicativos do sistema e definir políticas de acesso evitando acessos não autorizados às informações. Na verdade, os sistemas de administração e segurança encontram-se distribuídos através dos outros dois sistemas. Entretanto, devido a sua importância, este sistema foi indicado separadamente na taxionomia de referência.

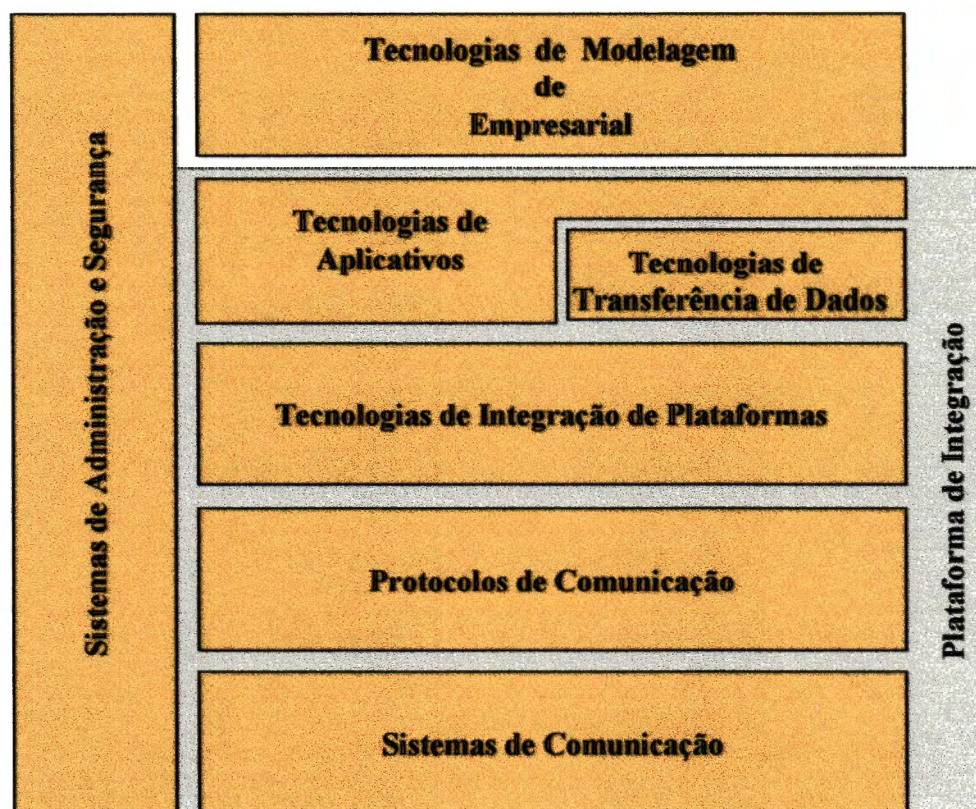


FIGURA 30 - Taxionomia de Referência para Infra-Estruturas de Informação

Esta taxionomia é uma adaptação da taxionomia proposta pelo NIST (NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY, 1997). Esta adaptação procurou acrescentar sistemas que possuem importância para a formação de infra-estruturas de informação para empresas virtuais. Assim, como exemplo, foi acrescentada à taxionomia proposta pelo NIST o sistema denominado “Tecnologias de Integração Empresarial” que representa as metodologias e ferramentas utilizadas para a modelagem empresarial. Também cabe observar que com alguma análise pode-se concluir que a taxionomia proposta neste trabalho contém a arquitetura proposta pelo NIIP já que todos os subsistemas componentes desta estão também presentes na taxionomia proposta ainda que com outras denominações.

Nas seções seguintes serão detalhados cada um dos sistemas acima descritos

4.1.2 Plataforma de Integração.

A plataforma de integração visa possibilitar a interoperacionalidade de aplicativos em um ambiente distribuído e heterogêneo, i.e., com sistemas de software e hardware de

diferentes fabricantes e versões. A plataforma de integração deve possuir as seguintes propriedades (NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY, 1997):

- **Interoperacionalidade:** refere-se a capacidade da plataforma de integração de se comunicar com outras plataformas de integração trocando e utilizando informações com mesma semântica, formatação e conteúdo;
- **Portabilidade:** refere-se a independência dos aplicativos quanto aos sistemas de hardware e/ou sistemas operacionais de vários fabricantes;
- **Escalabilidade:** refere-se a habilidade utilizar códigos fontes de aplicativos de softwares em vários ambientes computacionais, que possuem uma variedade de características distintas de desempenho, sem modificações significativas.

Baseado nestas propriedades, é possível identificar os subsistemas que compõem a plataforma de integração. Tais componentes, identificados neste trabalho a partir do estudo da bibliográfico apresentado, são:

- Tecnologias de aplicativos;
- Tecnologias de transferência de dados;
- Tecnologias de integração de plataformas;
- Protocolos de comunicação;
- Sistemas de comunicação.

Cada um dos subsistemas acima enunciados serão detalhados nas seções seguintes. Para cada subsistema há um conjunto de serviços associados. A estes serviços podem ser associados ainda conjuntos de padrões de protocolos ou tecnologias atualmente aceitos.

4.1.2.1 Tecnologias de aplicativos.

Tecnologias de aplicativos incluem todos os aplicativos utilizados pelos usuários na execução de suas tarefas diárias. Estas tecnologias são construídas utilizando-se de classes específicas de serviços. Tais serviços, identificados a partir da bibliografia utilizada (NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY, 1997), são: de

engenharia de software, de interface homem/computador, de gerenciamento de dados e gráficos.

Os serviços de engenharia de software fornecem uma infra-estrutura para o desenvolvimento e manutenção de softwares que exibem característica de portabilidade, escalabilidade e interoperacionalidade. Linguagens padrão e ferramentas de engenharia de software (ferramentas CASE) estão inclusas nestes serviços. Os serviços de engenharia de software incluem os seguintes componentes:

a) Linguagens de Programação e de associação. Exemplos são as linguagens C, C++, Java, Ada, Fortran.

b) Ambientes Integrados de Engenharia de Software (ISEE²⁷) e ferramentas: que incluem sistemas e programas que auxiliam a automatização do desenvolvimento e manutenção de software. Estes ambientes incluem, mas não são limitados a, ferramentas de especificação e análise de requerimentos para criação e teste de códigos de programas, documentação, prototipagem e comunicação de grupos de desenvolvimento. As interfaces destas ferramentas incluem serviços para armazenamento e recuperação de informações a respeito do sistema desenvolvido bem como a distribuição desta informação entre os vários módulos de desenvolvimento.

c) Serviços de Segurança em Engenharia de Software: estes serviços incluem os meios utilizados para controlar o acesso e a integridade dos objetos de programação tais como bibliotecas, códigos de programas e ferramentas ou informações utilizadas no desenvolvimento de software.

Os serviços de interface homem/computador definem métodos através dos quais os homens podem interagir com uma aplicação. Estes serviços incluem os seguintes componentes:

a) Operações em sistemas cliente/servidor: definem o relacionamento entre clientes e servidores operando em rede, particularmente a interface gráfica com o usuário.

²⁷ ISEE: "Integrated Software Engineering Environments".

b)Gerenciamento e definição de objeto: inclui especificações que definem as características dos elementos apresentados aos usuários, tais como cores, tamanhos, formas, movimentos, preferências do usuário entre outros.

c)Especificações de gerenciamento de janelas: define como as janelas são criadas, movimentadas, armazenadas e distribuídas entre outras.

d)Suporte de diálogo: inclui especificações que definem as relações entre o que é mostrado na tela (como, por exemplo, movimento do cursor e entrada de dado pelo teclado), e como mostrar modificações dependendo dos dados entrados no sistema.

e)Especificações de multimídia: incluem especificações de “Application Program Interface” (API), definições de serviços, formatos de dados que suportem a manipulação de múltiplas formas de dados digitais audiovisuais dentro de uma aplicação.

d)Segurança de interface homem/computador: serviços que incluem a definição e execução dos tipos de acessos de usuários dentro do escopo dos sistema de interface homem/computador como, por exemplo, acesso à janelas e menus. Estes serviços também fornecem gerenciamento dos sistema de interface homem/computador.

Os serviços de gerenciamento de dados cuidam do gerenciamento dos dados, ou seja, do armazenamento, recuperação, criação, distribuição entre outros. Os serviços de gerenciamento de dados incluem os seguintes componentes:

a)Dicionário/diretório de dados: serviços que permitem aos usuários e programas acessarem e modificarem metadados . Tais dados podem incluir formatos internos ou externos, regras de segurança e integridade entre outras características e atributos. Os dados podem estar localizados de forma centralizada ou distribuída.

b)Serviços de Gerenciamento de Dados (DBMS²⁸) : serviços que fornecem acesso controlado e modificação da estrutura de dados. Para gerenciar os dados, o DBMS garante o controle de concorrência e facilita a combinação dos dados em diferentes esquemas.

c)Serviços de distribuição de dados: fornecem acesso para modificação de dados em banco de dados remotos.

²⁸ DBMS: “Data Base Management Systems”.

d)Serviços de gerenciamento de segurança: estes serviços incluem o controle de acesso e integridade dos dados armazenados em um sistema através do uso de mecanismos específicos tais como privilégios de acesso, visões do banco de dados entre outros mecanismos.

Os serviços gráficos fornecem funções necessárias para a criação e manipulação de imagens apresentadas. Os serviços gráficos possuem os seguintes componentes:

a)Serviços de gerenciamento e definição de elementos apresentados: serviços que fornecem mecanismos para a definição, manipulação e composição de elementos gráficos.

b)Serviços de definição de atributos de imagem: estes serviços incluem as capacidades necessárias para descrever as dimensões (i.e., atributos bi ou tridimensionais), e funções de interação.

c)Serviços de segurança gráfica: incluem todos os serviços necessários para protegerem a integridade e o acesso de dados não textuais, tais como imagens gráficas.

4.1.2.2 Tecnologias de Transferência de Dados

As tecnologias de transferências de dados fornecem padrões para a transferência de informações textuais ou gráficas. Os padrões de transferência definem formatos e semântica para suportar a transferência de informações entre sistemas heterogêneos. As tecnologias de transferência de dados possuem sistemas que fornecem os seguintes serviços:

a)Serviços para transferência de documentos: incluem especificações para a codificação de dados (como, por exemplo, textos e desenhos) e especificações lógicas e de estrutura visual para documentos eletrônicos. Dois exemplos de protocolos que fornecem esta categoria de serviço são: “Standard Generalize Markup Language” (SGML) e “Portable Document Delivery Format” (PDDF).

b)Serviços de transferência de dados gráficos: incluem especificações para codificação de informações gráficas vetoriais (i.e., polígonos, elipses e texto). Alguns exemplos de padrões que fornecem este tipo de serviço são: “Computer Graphics Metafile” (CGM), “Joint Photographic Experts Group Specification” (JPEG) e MPEG-2.

c)Serviços de transferência de informações de produtos: estes serviços englobam especificações que descrevem desenhos técnicos, documentação e outros dados utilizados

para o projeto de produtos e manufatura incluindo dados geométricos e não geométricos como, por exemplo, tolerâncias, propriedades dos materiais e superfícies. Alguns exemplos de protocolos conhecidos que se enquadram nesta categoria são: “Initial Graphics Exchange Specification” (IGES), “Standard for the Exchange of Product Model Data” (STEP) e “Electronic Data Interchange” (EDI).

4.1.2.3 Tecnologias de Integração de Plataformas

As tecnologias de integração de plataformas fornecem um conjunto de serviços que possibilitam que os aplicativos possuam características de interoperacionalidade, escalabilidade e portabilidade nas várias plataformas de hardware e/ou sistema operacional utilizados. Um exemplo de padrão que fornece este tipo de serviço é o “Common Object Request Broker Architecture” (CORBA).

Os componentes das tecnologias de integração de plataformas são os serviços de sistemas operacionais e os serviços de “middleware” descritos separadamente abaixo:

Os serviços de sistemas operacionais são necessários para a administração e operação da plataforma de aplicação e fornecem interfaces entre os software de aplicação e a plataforma. Estes serviços consistem em:

a) Serviços de operação de Kernel: fornecem os serviços de baixo nível necessários para criar e gerenciar processos, executar programas, definir e comunicar sinais, definir e processar operações de “clock” de sistema, gerenciar arquivos e diretórios e controlar os processos de entrada e saída de dados.

b) Comandos e utilidades: incluem mecanismos para operações realizadas pelo usuário como, por exemplo, impressões, mensagens de logins, transferência de arquivos entre diretórios e ordenação de dados.

c) Extensões de tempo real: incluem mecanismos de aplicativos e interfaces de sistemas operacional necessários para apoiar aplicações que requerem execução, processamento e resposta determinísticos.

d) Gerenciamento de sistema: incluem capacidades para definir e gerenciar a alocação de recursos dos usuários (i.e., quais recursos são gerenciados e as classes de acesso definidas), gerenciamento de configuração e desempenho de equipamentos, sistemas de

arquivos, contabilidade de processos (“job accounting”), filas, perfis de máquinas e de plataformas, autorização do uso de recursos e “backup” de sistema.

e) Serviços de gerenciamento de segurança: especificam o controle de acesso dos usuários e os processos dos usuários aos dados do sistema, funções, recursos hardware/software

Os “middlewares” constituem uma outra classe de componentes para tecnologias de integração de plataformas. Os sistemas que utilizam middlewares também são conhecidos como modelos de três camadas (Figura 31). Neste modelo há primeiramente os componentes básicos (compostos pelos sistemas operacionais, hardware e sistemas de banco de dados). Logo acima há uma camada de software responsável pela comunicação entre os componentes básicos e os aplicativos de negócios. Esta camada é chamada “middleware”. Finalmente há a camada dos aplicativos específicos que realizam as funções de negócios.

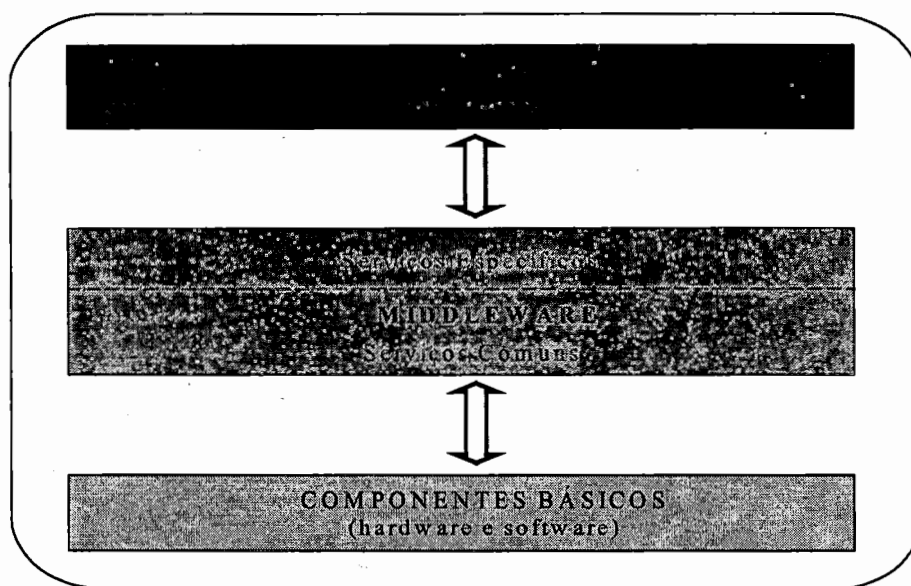


FIGURA 31 - Componentes de uma arquitetura de integração de três camadas.

Ainda na figura 31 pode-se observar a existência dos serviços específicos e dos serviços comuns na camada middleware. Os serviços específicos são aqueles dependentes da natureza da infra-estrutura de integração e especialmente da natureza da aplicação. Já os serviços comuns são aqueles utilizados por todo tipo de aplicação. Geralmente estes serviços estão relacionados com as tarefas mais básicas do funcionamento do sistema de informação como, por exemplo, o acesso a banco de dados.

4.1.2.4 Protocolos de Comunicação

Os protocolos de comunicação garantem a comunicação entre sistemas. Eles possibilitam a transferência de informações de forma segura e confiável suportando o funcionamento do sistema computacional distribuído. Os serviços disponíveis neste subsistema são:

a) Comunicação de dados: que incluem especificações de protocolos e “Application Program Interfaces”(API) para uma transmissão confiável e transparente fim-a-fim através de redes de comunicação.

b) Acesso transparente a arquivos: utilizados para disponibilizar arquivos localizados em outros sistemas numa rede heterogênea. Exemplo de protocolo que se enquadra nesta categoria é o “Network File System” (NFS).

c) Suporte para microcomputadores pessoais: garantindo a interoperacionalidade com sistemas baseados em outros sistemas operacionais.

d) Serviços de chamada remota de procedimentos: estes serviços incluem especificações para extensão as chamadas locais de procedimento para ambientes distribuídos. Tecnologias de “Remote Procedure Call” (RPC) incluem-se nesta categoria de serviços.

e) Serviços de segurança de rede: incluem controles de acesso, autenticação, confidencialidade, integridade de dados e gerenciamento de comunicação entre transmissores e receptores de informação em um rede.

4.1.2.5 Sistemas de Comunicação

Os sistemas de comunicação são responsáveis pela conexão de dados entre os sistemas. De acordo com as distâncias entre as ligações, os meios de comunicação são denominados Redes Locais, Metropolitanas ou Geograficamente Distribuídas (LANs, MANs e WANs). Os sistemas de comunicação são compostos por sistemas de hardware e software que conjuntamente são responsáveis pela transferência de dados entre. Dentre os serviços deste subsistema estão:

a)Serviços de endereçamento: fornecem endereços individualizados aos recursos (como por exemplo, computadores, gateways e roteadores) de uma rede de computadores. Um exemplo de protocolo que fornece esta categoria de serviço é o “Internet Protocol” (IP).

b)Serviços de Roteamento: são responsáveis pelo estabelecimento da interligação entre os recursos através de roteamento das informações. Além disso estes serviços realizam o controle de tráfego e congestionamento das redes. Um exemplo de protocolo de roteamento é o “Routing Information Protocol” (RIP).

c)Serviços de detecção e/ou tratamento de erros: são os serviços que garantem a transmissão correta (sem alteração ou perda) de informações nas redes computacionais. Um exemplo deste tipo de protocolo é o “Transfer Control Protocol” (TCP).

4.1.3 Sistemas de Administração e Segurança

Os sistemas de administração e segurança devem garantir a proteção dos sistemas contra ameaças (SOARES et. al., 1995) e a administração do sistema. Uma ameaça consiste em uma possível violação da segurança de um sistema. Algumas das principais ameaças aos sistemas computacionais são:

- destruição de informação ou de outros recursos;
- modificação ou deturpação da informação;
- roubo, remoção ou perda de informação ou de outros recursos;
- revelação de informação;
- interrupção de serviços.

As ameaças podem ser classificadas como acidentais ou intencionais, podendo ambas serem ativas ou passivas. Ameaças acidentais são as que não estão associadas à intenção premeditada (descuidos operacionais, “bugs” de software ou hardware). A concretização das ameaças intencionais varia desde a observação de dados com ferramentas simples de monitoramento de redes, a ataques sofisticados baseados no conhecimento do funcionamento do sistema. A realização de uma ameaça intencional configura um ataque.

Ameaças passivas são as que, quando realizadas, não resultam em qualquer modificação nas informações contidas em um sistema, em sua operação ou em seu estado. A

realização de uma ameaça ativa a um sistema envolve a alteração da informação contida no sistema, ou modificações em seu estado ou operação.

Os sistemas de administração e segurança devem possibilitar a proteção do sistema contra as ameaças. Para que haja a garantia desta proteção, é necessária a existência de políticas de segurança e de mecanismos segurança.

Uma política de segurança é um conjunto de leis, regras e práticas que regulam como uma organização gerencia, protege e distribui suas informações e recursos. Um dado sistema é considerado seguro em relação a uma política de segurança, caso garanta o cumprimento das leis, regras e práticas definidas nessa política.

As políticas de segurança são garantidas através a utilização de mecanismos de segurança. Alguns exemplos de mecanismos de segurança são sistemas de criptografia e assinatura digital.

A administração do sistema envolve uma série de serviços relacionados à configuração, otimização e operação da infra-estrutura de informação. Assim operações como, por exemplo, cadastro de um novo usuário do sistema deve ser suportado pelos sistemas de segurança.

A Figura 32 mostra os principais serviços associados a cada subsistema.

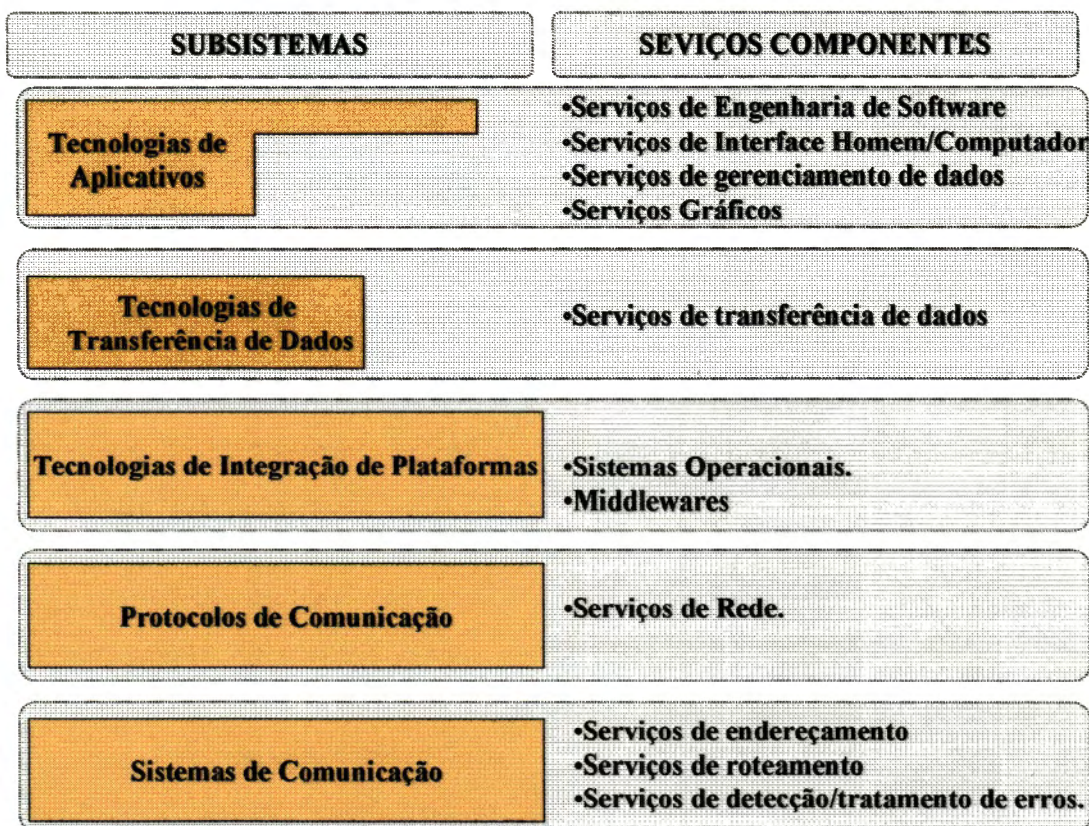


FIGURA 32 – Subsistemas da plataforma de integração da taxionomia de referência e seus principais serviços.

4.1.4 Tecnologias de Modelagem Empresarial.

A integração dos sistemas de informação das empresas requer necessariamente a modelagem da mesma. Um modelo é, segundo VERNADAT (1996), uma representação da realidade (muito ou pouco formal) expressa através de algum formalismo (ou linguagem) definida por construtores. No caso de uma empresa, a modelagem é o processo de construção de modelos de toda ou parte da empresa (como, por exemplo, modelos de processos, modelos de dados, modelos de recursos entre outros) a partir do conhecimento a respeito da empresa, de modelos anteriores e/ou modelos de referência bem como ontologias²⁹ de domínio e linguagens de representação.

²⁹ Ontologias: Segundo VERNADAT (1996), uma ontologia é a formalização de algum conhecimento em termos de conceitos abstratos e axiomas.

Atualmente há uma série de técnicas de modelagem baseadas em arquiteturas tais como ISO work, CEN ENV 40 003, CIMOSA, GRAI/GIM, PERA, ARIS, GERAM³⁰. Todas estas arquiteturas possuem metodologias, conceitos e abstrações próprias. Além das metodologias acima, há algumas técnicas de modelagem orientadas a objetos como por exemplo “Object Modeling Technique” (OMT) e “Unified Modeling Language” (UML).

No caso das empresas virtuais, a função das técnicas de modelagem é permitir a análise, projeto e implantação da infra-estrutura de informação. Desta forma as técnicas de modelagem devem garantir, entre outras coisas, a unificação da semântica e formato das informações, o pleno entendimento dos recursos e processos de negócios da empresa virtual e as regras necessárias para a operação da mesma.

Este trabalho não pretende detalhar a questão da modelagem das empresas virtuais mas considera importante este campo de estudo para a viabilização de infra-estruturas de informação para empresas virtuais. Seguindo a abordagem proposta pelo consórcio NIIP, considera-se aqui que as metodologias de modelagem orientadas a objetos representam uma das principais tendências para modelagem de empresas virtuais.

4.2 Segundo Mecanismo: Corretor de Informações.

O princípio básico para a existência de um Corretor de Informação é que haja inicialmente um conjunto de empresas que desejem formar uma rede de potenciais parceiros para formação de empresas virtuais. Uma vez configurada esta rede de empresas, denominada “organização virtual”, pode-se pensar na formação de um Corretor de Informação.

A função principal do Corretor de Informações é minimizar o descompasso tecnológico entre as empresas que constituem uma rede de potenciais parceiros na formação de empresas virtuais. Atuando no sentido de orientar as políticas de implantação de sistemas de informação, o Corretor de Informações pode garantir que uma rede de parceiros tenha condições de formar empresas virtuais de forma ágil e flexível. As principais funções dos Corretores de Informação são:

³⁰ Neste trabalho não será detalhada nenhuma destas arquiteturas de referência.

- orientar as empresas participantes da rede de potenciais parceiros nas suas estratégias de investimento em tecnologia de informação a serem adquiridas. Assim a orientação de padrões de sistemas pode realizada no sentido de formarem sistemas abertos nas empresas participantes;
- listar padrões de tecnologia de hardware/software considerados abertos e adequados para a formação de infra-estruturas de informação para empresas virtuais;
- auxiliar projetos de formação de empresas virtuais;
- realizar a prospecção de tecnologias de informação adequadas às empresas da rede de potenciais parceiros;
- prestar serviços que auxiliem a sinergia entre as empresas de uma rede de potenciais parceiros. Um exemplo destes serviços seria a manutenção de um cadastro das principais competências de cada parceiro da teia.

Há várias formas de organização para o Corretor de Informações. O Corretor de Informações pode ser uma nova empresa que atua juntamente com uma rede de empresas potencialmente parceiras em cooperações na forma de empresas virtuais. Outra forma de manifestação do Corretor de Informações seria através de conselhos reunindo especialistas em tecnologia de informação das empresas da organização virtual. Uma terceira forma de manifestação do Corretor de Informações é quando uma empresa, por competência técnica ou por “força moral” assume o papel de definir os caminhos das tecnologias de informação de uma rede de potenciais parceiros³¹.

O Corretor de Informações, juntamente com as empresas e através das funções acima descritas, deve facilitar o processo de integração das infra-estruturas de informação durante a constituição de uma empresa virtual.

³¹ Isto ocorre freqüentemente quando há uma agregação de empresas pequenas em torno de uma ou poucas empresas grandes. A adoção “obrigatória” de sistemas EDI no setor automobilístico é um exemplo claro de manifestação de um tipo de Corretor de Informações “autoritário”(ELECTRONIC COMMERCE WORLD INSTITUTE, 1996).

4.3 Considerações Finais.

Acredita-se que com os dois mecanismos acima identificados, a taxionomia de referência para infra-estruturas de informação e o Corretor de Informações, possam contribuir para minimizar o descompasso tecnológico entre empresas de uma organização virtual permitindo desta forma uma rápida e flexível formação de infra-estruturas para empresas virtuais.

Conclusões

A formação de empresas virtuais depende da integração interempresarial entre os participantes da mesma. Tal integração engloba a integração das informações, dos fluxos de materiais e das pessoas (VERNADAT, 1996) e permite que a empresa virtual, a despeito de ser constituída por duas ou mais empresas distintas e geograficamente distribuídas, possa operar como uma entidade única.

Particularmente, a integração das informações é importante já que ela possibilita o trabalho cooperativo entre os membros da empresa virtual e uma visão única do desempenho e funcionamento da mesma. Sem a integração das informações, a operação de uma empresa virtual fica comprometida já que não há possibilidade da coordenação, do controle e da colaboração entre as atividades desenvolvidas em cada uma das empresas individualmente. Tecnicamente, os recursos computacionais e de telecomunicações são os responsáveis pela integração das informações em uma empresa virtual. Além disso, não menos importante, é a existência de um modelo da empresa virtual que possibilite a unificação semântica das informações comuns entre as empresas participantes. Juntos, as tecnologias de informação e as soluções de integração formam a infra-estrutura de informações da empresa virtual.

Idealmente, a infra-estrutura de informação para empresas virtuais deve possibilitar a interoperação de plataformas heterogêneas de software e hardware em uma ambiente computacional distribuído. Além disso, deve ser possível a troca de informações e dados o que pressupõe a existência de meios de telecomunicações eficientes entre as empresas participantes. Outro aspecto desejável é a integração das informações entre as empresas participantes de uma empresa virtual de tal forma que as empresas participantes tenham a mesma visão do modelo de funcionamento da empresa virtual. Não menos importante, uma infra-estrutura de informação ideal para empresas virtuais deve garantir a existência de sistemas de segurança e administração da plataforma de integração interempresarial.

Entretanto, a formação de infra-estruturas de informação para empresas virtuais não é uma tarefa simples e depende de vários fatores. A existência de sistemas legados, a heterogeneidade das plataformas de hardware e software, a visão de cada empresa sobre o papel da tecnologia de informação como arma estratégica são alguns dos fatores que

dificultam a integração interempresarial. Além disso, cada empresa, ao tomar decisões sobre a aquisição de novas tecnologias de informação, normalmente não considera a possibilidade de interligar estes sistemas com outras empresas. Erguem-se então barreiras à formação de empresas virtuais.

As barreiras que dificultam a formação de empresas virtuais podem ser atenuadas através da formação de organizações virtuais. Estas são grupos de empresas potencialmente parceiras na formação de empresas virtuais. Uma vez formadas estas organizações virtuais, pode-se empregar certos mecanismos que, entre outras coisas, contribuam para facilitar a formação de infra-estruturas de informação para empresas virtuais. Este trabalho, baseado na pesquisa bibliográfica efetuada, indica dois mecanismos que podem auxiliar a formação de infra-estruturas de informação para empresas virtuais. Tais mecanismos são a taxionomia de referência para infra-estruturas de informação e o conceito de Corretor de Informações (“Information Broker”).

A taxionomia de referência busca uniformizar a representação dos diversos subsistemas componentes de uma infra-estrutura de informação bem como identificar os principais serviços de cada um deles. Uma vez identificados estes serviços e constatada a necessidade dos mesmos, uma organização virtual pode decidir quais padrões adotar. Por exemplo, uma organização virtual poderia optar em utilizar o padrão ANSI X12 em vez do EDIFACT para troca eletrônica de documentos. Assim, diferentes infra-estruturas de informação poderiam ser obtidas a partir de uma mesma taxionomia de referência (ou seja, as infra-estruturas de informação seriam instanciações da taxionomia de referência).

O Corretor de Informações tem como principal função auxiliar as empresas de uma organização virtual na escolha dos padrões a serem adotados. Logo, a partir da taxionomia de referência, o Corretor de Informações, através de representantes de todas as empresas envolvidas, poderia ajudar na “instanciação” da taxionomia de referência. O resultado seria uma infra-estrutura de informação que, com alguns ajustes, poderia viabilizar a integração interempresarial requerida em uma empresa virtual. Além desse papel, o Corretor de Informações pode auxiliar as empresas de um organização virtual na escolha de tecnologias de informação que possam ser estrategicamente úteis para a organização virtual ou para as empresas individualmente.

Este trabalho representa uma abordagem macro da questão de infra-estrutura de informação para empresas virtuais. Baseado na taxionomia de referência apresentada, outros trabalhos futuros podem focalizarem-se em cada sub-sistema ou serviço aqui apresentado.

Isto pode ser realizado de forma generalista ou específica, focando-se em um determinado setor de empresas e possibilitando a proposição de infra-estruturas de informação específicas.

Além disso, dependendo das características de uma organização virtual, o papel do Corretor de Informações pode ser detalhado e particularizado. Logicamente, dependendo das características das organizações virtuais, o papel do Corretor de Informações assume diferentes configurações. Assim, outros trabalhos podem focar estas diferentes configurações do Corretor de Informações para casos específicos reais ou hipotéticos.

Referências Bibliográficas

AGILEWEB (1996). *The AgileWeb TRP Program*. <http://www.lehigh.edu/~inbft/awtrp.html>.
Data de acesso: Abril de 1996.

AIMS NETWORK (1996). *AIMS Press Release*. <http://aims.parl.com/AboutAIMS/AIMS-Press1.html>.

AMICE (1989). *Open system architecture for CIM*. Springer-Verlag, Berlin.

BARKSDALE, J.(1996).*The Next Step: Extranets*. <http://www.netscape.com:80/comprod/columns/mainthing/extranets.html>. Data de acesso: Junho, 1997.

BLOOMER, J. (1995). Distributed Computing and the OSF/DCE. *Dr. Dobb's Journal*.
Fevereiro.

BEAUCHAMP, K. G. (1990). *Computer Communications*. 2nd edition. Chapman and Hall.

BEHUNIAK, J. (1995) *An information system architecture for an agile enterprise*. RSDX,
Inc. Hadley, Nova Iorque.

BENETT, G. (1996).*Intranets: Como Implantar com sucesso na sua empresa*. Rio de Janeiro. Editora Campus.

BREMER, C. F; MATTHIAS E.; KAMPMeyer, J.; CORREA, G. N.(1995a). *Global Virtual Enterprise - A Worldwide Network of Small and Medium Sized Production Companies*. Anais Enegep.

BREMER, C. F.; KAMPMeyer; J.; EVERSHEIM, W. (1995b). *Requeriments for Virtual Enterprise Management in Developing Countries*. Proceedings of the International Management Conference. Managing Virtual Enterprises. IEMC Vancouver, Canada.

BYRNE, J. A. (1993). *Virtual Corporation*. Business Week - February 8.

- CHESBROUGH, H W.; TEECE, D (1996). *When is virtual virtuous? Organizing for innovation*. Harvard Business Review, Jan-Fev.
- COMER, D. E. (1991). *Internetworking with TCP/IP-vol 1- Principles, Protocols and Architecture*. Second Edition. Prendice-Hall International.
- COMMERCENET (1996). *CommerceNet*. <http://www.commerce.net/>. Data de acesso: Abril de 1996.
- COUROULIS G.; DOLLIMORE J.; KINDBERG, T. (1994). *Distributed Systems-Concepts and Design*. EUA. Addison Wesley Publishing Company.
- DERFLER, F. J. (1996). A Plataforma Intranet:Um Cliente Universal?. *PC Magazine Brasil*. Julho.
- EDUARDS, J.; HARKEY, D.; ORFALI, R. (1996). *Cliente/Servidor-guia essencial de sobrevivência*. Infobooks. Rio de Janeiro.
- ELECTRONIC COMMERCE WORLD INSTITUTE (1996). *Electronic Commerce World Institute*. <http://www.ecworld.org>.
- ELLIS, C. A.; GIBBS, S. J. (1991). Groupware-Some Issues and Experiences. *Communications of the ACM*. Vol. 34. Jan
- EVERSHEIM W. et al.(1996). *Manufacturing Excellence in Global Mark*. Aachen, Alemanha, Chapman
- FAPESP (1996). *Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo*. <http://www.fapesp.br/portugues/ANSP/ansp.html>. Data de acesso: Maio de 1996.
- FLEMING, R; MAZZUCHELLI, L.(1991).Building a Case for Object-Oriented Technology. *Electronic Design*. 7 de Novembro.
- FITZGERALD, M (1992).Which direction for user networking?. *Communications International*. February.
- GOLDMAN, S.; NAGEL, R. ; PREISS, K. (1995). *Agile Competitors: concorrência, organizações virtuais e estratégias para valorizar o cliente.*, São Paulo, Érica.

- GORANSON H.T. (1995). *Agile Virtual Enterprise : Best Agile Practice Reference Base*.
<http://snap.org> .
- GORANSON H.T. (1997). *Agility Measures: Engineering Agile Systems*.
http://absu.amef.lehigh.edu/Ex_Proj/MAVE/
- GRUDIN, J. (1994). Computer Supported Cooperative Work: History and Focus. *IEEE Computer*. Maio.
- HANSEN, D.L. (1995). An Infrastructure for Virtual Enterprise: The Ben Franklin Technology Center's Experience With Agile Web. *Ben Franklin Technology Center*. Bethlehem, USA.
- ISI (1991). *Information Science Institute*. <http://www.isi.edu>. Data de acesso: Junho, 1997
- JUNIOR, C. T. (1996). *Modelagem de Dados*. Universidade de São Paulo-Campus de São Carlos-Instituto de Ciências Matemáticas de São Carlos. São Carlos.
- LINTHICUM, D. S. (1995). Should you Standardize on Common Request Broker Architecture? *Open Computing*. February, 1995
- MALONE T. W., (1987). Electronics markets and electronics hierarchies - *Communications of ACM*.
- MARTINS, R.A. (1993). *Flexibilidade e integração no novo paradigma produtivo mundial*. São Carlos. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- MANUFACTURING AGILE VIRTUAL ENTERPRISE (1996a). *Definition of Agility*.
http://absu.amef.lehigh.edu/Ex_Proj/MAVE/
- MANUFACTURING AGILE VIRTUAL ENTERPRISE (1996b). *Four Types of Virtual Enterprise*. http://absu.amef.lehigh.edu/Ex_Proj/MAVE/
- MANUFACTURING AGILE VIRTUAL ENTERPRISE (1996c). *Infrastructures Involved*.
http://absu.amef.lehigh.edu/Ex_Proj/MAVE/
- MANUFACTURING AGILE VIRTUAL ENTERPRISE (1996d). *VE Processes*.
http://absu.amef.lehigh.edu/Ex_Proj/MAVE/

- MICROSOFT (1995). *The COM Specification*. ftp://microsoft.com/developer/drg/OLE-info/COMSpecification/COM_Spec_DOC.zip. Abril, 1997
- MUNKVOLD, B. (1996). *Managing IT Implementation in Virtual Enterprises*. Managing Virtual Enterprises. IEMC 96.
- NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY (1997). *Computer Systems Technology Application Portability Profile (APP)*. Draft, July, 5, 1995 <http://www.nist.gov/pubs/app.html>. Data de acesso. Março de 1997.
- NIIP (1995). *NIIP Virtual Enterprise Model. Cycle 0, Revision 6*. <http://www.niip.org>.
- NIIP (1997). *NIIP Mother NIIP Home Page*. <http://www.niip.org>
- OBJECT MANAGEMENT GROUP (1996). *The Common Object Request Broker: Architecture and Specification. Release 2.0*. OMG. <ftp.omg.org>
- OBJECT MANAGEMENT GROUP (1997). *About OMG*. <http://www.omg.org>. (maio/1997)
- OSF (1997). Distributed Computing Environment-DCE. *Open Software Foundation*. <http://www.osf.org/comm/lit/TOG-DCE-PD-1296.htm#Heading3>. Data de acesso: março de 1997.
- PARR, R. H. (1995). *Agile Manufacturing Via Internet*. Digital Equipment Corporation. Marlboro, MA
- PARTNET (1996). *About Partnet*. <http://part.net/about.htm>. Jun/96. Data de acesso: Maio de 1996.
- PARUNAK, V. (1995). *Technologies for Virtual Enterprises: A proposal for NIST ATP - Draft*. ITI - van@iti.org
- PROCESS SOFTWARE CORPORATION (1995). *Process Software Corporation*. <http://www.process.com>. Data de acesso: Maio de 1996.
- RAD (1996). *Data Communications Products*. Catalog no. 801095
- RICKARD, N. (1992). Frame Relay: The best of both worlds? *Communications International*. Feb.

- SHEER, A. W. (1994). *Business Process Engineering- Reference Models for Industrial Enterprises*. Second Edition. Germany. Springer-Verlag
- SOARES, L. F. G.; LEMOS, G. ; COLCHER, S. (1995). *Redes de Computadores das LAN's, MANs e WANs às redes ATM*. Rio de Janeiro. Editora Campus
- SRIRAM, R. (1995). *Agile Infrastructure for Manufacturing Systems (AIMS) - A Pilot Program*. Lockheed Martin Missiles and Space, Palo Alto, CA USA
- SUN (1997). *Object-Oriented Programming Concepts: A Primer*
<http://java.sun.com:80/nav/read/Tutorial/java/objects/index.html>. Maio/97
- TANENBAUM, A. S. (1989). *Computer Networks*. USA. Prendice Hall International Editions.
- TERHAAG O; O; DRESSE, S; KÖLSCHIED, W (1996). *Model for transforming, identifying and optimizing core processes (Motion)*. WZL, Aachen, Alemanha.
- THE DOOLEY GROUP (1989). *Developing the world class information systems organization*. QED Information Sciences, Inc. Massachusetts.
- VASKEVITCH, D. (1995). *Estratégias Cliente/Servidor. Um guia para a reengenharia da empresa*. Berkeley Brasil Editora. São Paulo.
- VERNADAT, F. B. (1996). *Enterprise Modeling and Integration: principles and applications*. Chapman&Hall. Londres.

Apêndice

“Virtual Shop Floor” (VISHOF)

Introdução

Neste apêndice é descrito o projeto “Virtual Shop Floor” (VISHOF) desenvolvido entre Dezembro de 96 e Fevereiro de 97 por alunos de graduação e pós-graduação da Escola de Engenharia de São Carlos em intercâmbio com a RWTH (Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen) na Alemanha. A coordenação dos trabalhos coube ao Prof. Dr. Carlos Frederico Bremer.

O projeto VISHOF objetiva o desenvolvimento de uma infra-estrutura de informação que possibilite que empresas metal-mecânicas de uma região possam compartilhar recursos de chão de fábrica. Estes recursos são basicamente as capacidade de produção das máquinas medidas em horas.

Toda arquitetura da infra-estrutura de informação proposta está baseada na tecnologia Internet. A proposta é criar uma base de dados contendo informações sobre as capacidades de produção dos recursos de chão de fábrica de uma região. Através da Internet, utilizando um paginador Web (“Browser”) uma organização pode procurar por recursos específicos. Também é possível que uma organização altere as informações a respeito de seus próprios recursos de chão de fábrica.

Conceito VISHOF :

O objetivo do Projeto “Virtual Shop Floor” (VISHOF), ou Chão de Fábrica Virtual, é a criação de uma Infra-estrutura de Informação, baseada na arquitetura Internet, que armazene, divulgue e administre informações a respeito de recursos de chão de fábrica de uma certa região.

As hipóteses utilizadas para a concepção do sistemas de informação VISHOF (sistema de informação VISHOF é entendido aqui como a estrutura do modelo de banco de dados, softwares e hardwares utilizados na concepção do próprio) foram as seguintes:

1)Existência de recursos de chão de fábrica numa região: numa dada região geográfica, formada por um conjunto de cidades, há fábricas com uma série de tipos de recursos de chão de fábrica. Exemplos destes recursos de chão de fábrica seriam, por exemplo, máquinas operatrizes, instrumentos de medição, ferramentas e acessórios.

2)A utilização de recursos não é constante: normalmente, em uma empresa num certo período de tempo, os recursos de chão de fábrica podem estar escassos ou subutilizados. Nestes casos, pode-se adotar certas medidas que permitam a utilização plena dos mesmos. Estas medidas são basicamente a compra ou venda de capacidade de produção de recursos escassos ou subutilizados respectivamente.

3)Os responsáveis pelo chão de fábrica possuem autonomia: o(s) responsável(eis) pela administração dos recursos de chão de fábrica têm liberdade para vender ou comprar de terceiros os recursos subutilizados ou faltantes. Neste caso, os recursos comprados ou vendidos são convertidos em capacidade de produção, medida em horas, do recurso.

4)Existência de um Corretor de Informações: há uma organização denominada Corretor de Informações (“Information Broker”), privada ou não, cujo objetivo é recolher, administrar e disseminar informações sobre os recursos de chão de fábrica de uma certa região. Estas informações sobre os recursos de chão de fábrica seriam disseminadas entre empresas que se cadastrariam nesta organização. Criar-se-ia então uma central de informações sobre os recursos de chão de fábrica das empresas de uma certa região. Isto constituiria um primeiro passo para o estabelecimento de relações cooperação baseadas na busca de recursos de chão de fábrica.

Estas hipóteses são básicas e foram adotadas na concepção original do sistema de informação VISHOF. Destas hipóteses originam os dois principais participantes do Projeto VISHOF: o Corretor de Informações e as empresas, denominadas Clientes. A [Figura 33](#) expõe estes participantes e o papel de cada um no sistema VISHOF.

Assim tem-se primeiramente as empresas detentoras dos recursos de chão de fábrica e usuárias do sistema. Cabe aos Clientes:

- Atualizar as capacidades dos recursos de chão de fábrica periodicamente. Isto significa que as informações sobre a disponibilidade ou não dos recursos de chão de fábrica devem ser constantemente atualizadas pelas empresas Clientes que possuem os recursos expostos.
- Retirar da base de dados do sistema VISHOF os recursos não mais existentes.
- Zelar pela veracidade e atualização das informações expostas no sistema de informação VISHOF.

Ao Corretor de Informações cabe as seguintes funções essenciais ao funcionamento do sistema de informação VISHOF:

- Garantir o funcionamento do sistema de informação VISHOF. Isto significa prover manutenção do sistema de base de dados evitando perdas ou inconsistências. Também significa garantir o funcionamento adequado dos sistemas de comunicação em rede (via Internet, acesso discado ou conexão digital).
- Cadastrar os Clientes e, de acordo com regras adequadas, prover os serviços de acordo com a categoria de cada Cliente (a categoria de um Cliente será explicada adiante).
- Garantir que somente o Cliente possa alterar, remover ou incluir as informações que lhe dizem respeito.
- Realizar o primeiro cadastro dos recursos dos Clientes.

Assim, quando uma empresa associa-se ao VISHOF ela é classificada como um tipo de Cliente. De acordo com este tipo, a empresa tem ou não acesso a determinados serviços oferecidos pelo sistema de informação VISHOF. Após o cadastro no VISHOF, é a vez do Corretor de Informações realizar um primeiro inventário dos recursos que a empresa participante deseja expor no VISHOF. Os recursos apontados por este inventário são incluídos na base de dados do sistema de informação VISHOF. Daí em diante, a própria empresa passa a ser responsável pela administração das informações a seu respeito contidas no VISHOF.

Para realizar buscas de informações no VISHOF, o Cliente precisa apenas de um paginador Web (“browser”) e um acesso à Internet. Através do paginador Web a empresa pode, além de realizar buscas dos recursos armazenados na base de dados VISHOF, alterar,

incluir ou apagar informações respeitando, é claro, as permissões estabelecidas para a categoria de Cliente que esta empresa pertence.

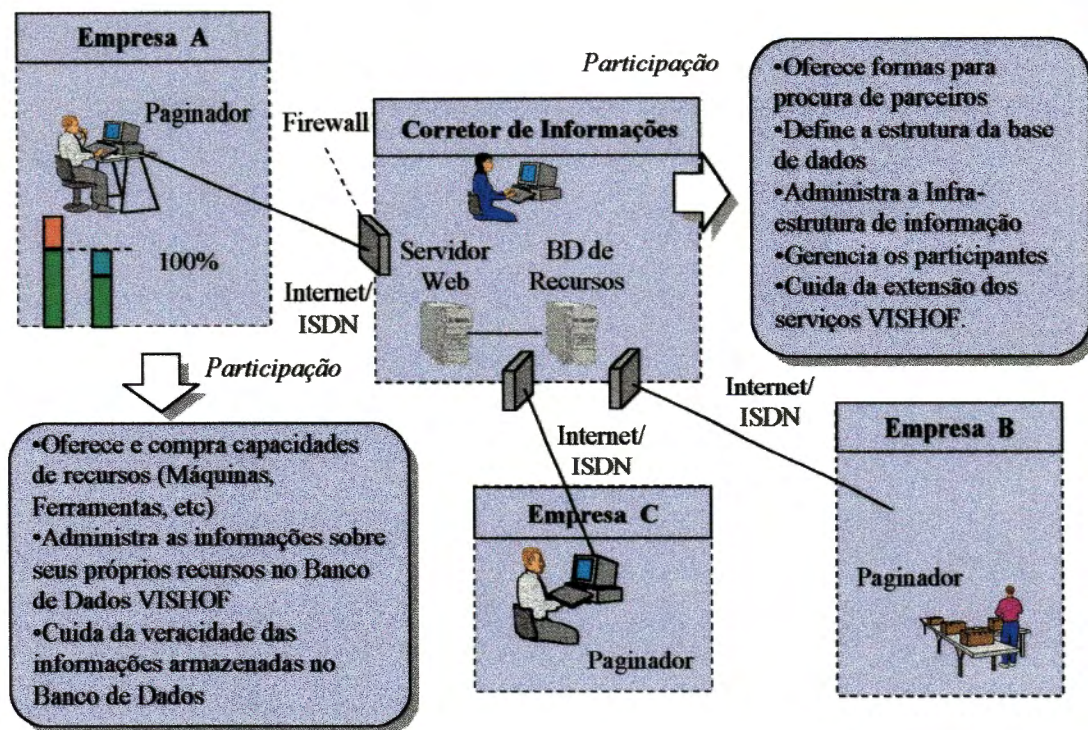


FIGURA 33 - Conceito do Sistema VISHOF.

Os serviços propostos para esta versão do Sistema de Informações VISHOF foram os seguintes:

- Procura por recursos: este constitui o principal serviço oferecido pelo VISHOF. Através deste serviço o Clientes podem ter acesso à Base de Dados do Corretor de Informações e, através de filtros de busca, procurar o recurso de chão de fábrica desejado.
- Administração de dados: através destes serviço os Clientes do VISHOF podem atualizar, modificar ou excluir dados sobre seus recursos de chão de fábrica.
- Consultas estatísticas: através das estatísticas de utilização do próprio sistema de informação VISHOF é possível determinar quais os recursos de chão de fábrica que em uma dada região são mais escassos ou subutilizados. Estas estatísticas podem servir a órgãos de governo, centros de pesquisas ou empresas.

- Consultorias: o Corretor de Informações pode manter contatos com Universidades, centros de pesquisas e empresas de consultorias a fim auxiliar os Clientes VISHOF na solução de problemas técnicos de chão de fábrica.
- Sistemas de classificados: este serviço tem como objetivo criar um painel de anúncios no sistemas de informação VISHOF. Neste painel os Clientes poderiam expor anúncios de compra ou venda de recursos de chão de fábrica. Estes anúncios seriam escritos pelo próprio Cliente através de formulários HTML nas páginas Web do VISHOF.

O Cliente pode escolher quais serviços acima ele deseja acessar. Assim, por exemplo, um Cliente pode escolher ter acesso somente aos serviços Procura de Recursos e Administração de Dados.

Metodologia de concepção do sistema de informação VISHOF:

O desenvolvimento do sistema VISHOF baseou-se na Metodologia de Protótipos (“Prototyping Methodology”). Desta forma, as fases de desenvolvimento foram: análise de requisitos, projeto e implementação (Figura 34).

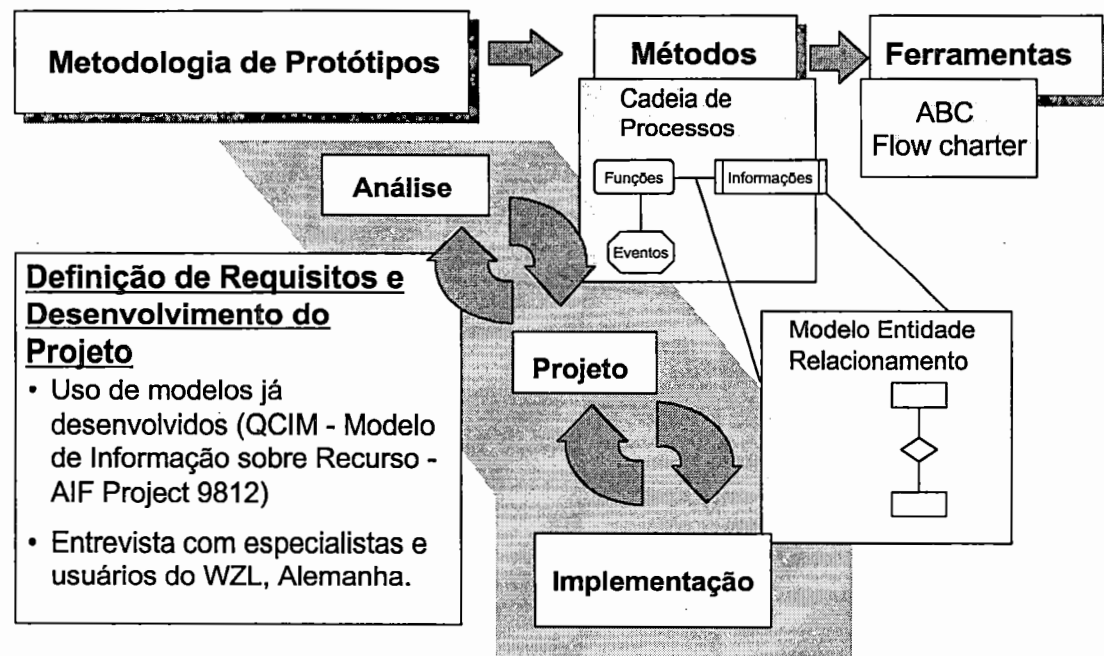


FIGURA 34 - Metodologia de Desenvolvimento do Sistema VISHOF.

Para a criação de um modelo de referência para discussão das alternativas de soluções e implementação do sistema de informação VISHOF, foi elaborado um diagrama de processos dos serviços oferecidos. O primeiro nível deste diagrama, mostrado na [Figura](#)

35, tem os seguintes serviços modelados em diagrama de processos: Procura de Recursos, Administração de Dados, Consultoria, Classificados e Estatísticas. Na figura 35 está esquematizado, de forma resumida, o processo de negócio do serviço Procura de Recursos. A utilização de modelos de processos de negócios mostrou-se importante, pois permitiu a documentação clara e de fácil entendimento dos serviços oferecidos pelo VISHOF. Os diagramas de processos foram utilizados como base para a implementação do Sistema de informação VISHOF.

A figura 35 também mostra um esquema básico da Modelagem de Dados do VISHOF . As entidades são: usuários (“user”), empresa (“enterprise”), recurso (“resource”), capacidade (“capacity”), tipo (“type”), classe (“class”) e grupo (“group”).

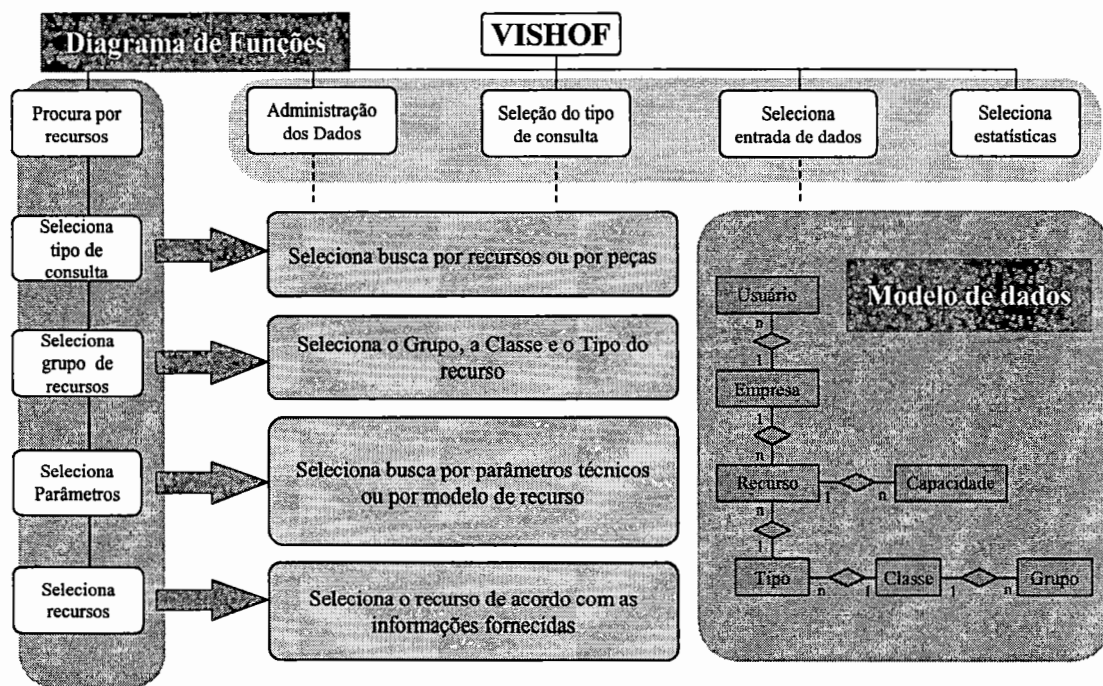


FIGURA 35 - Esquema do Diagrama de Funções e do MER.

A entidade usuário define os atributos dos usuários do Sistema de informação VISHOF (por exemplo, nome do usuário, senha e telefone de contato). A entidade empresa possui atributos da empresa Cliente (por exemplo, nome da empresa, endereço, área de atuação). A entidade capacidade lista a semana e a quantidade de horas que um recurso dispõe ociosas.

Na modelagem da base de dados buscou-se uma forma de categorizar os recursos de chão de fábrica de modo hierárquico. Definiu-se abstrações de classes e subclasses que

possibilitasse uma melhor organização dos dados. Desta forma, criou-se as seguintes classes e sub-classes (figura 35):

- “Group”: trata-se de uma classe genérica. Exemplos de instanciações da classe “Group”: máquinas operatrizes e instrumentos de medição.
- “Class”: trata-se de uma subclasse de “Group”. Exemplos de instanciações da subclasse “Class”: torno e fresa, ambos dentro da classe “Group” (máquinas operatrizes).
- “Type”: trata-se de uma subclasse do “Class”. Exemplo de instanciações da subclasse “Type” para a “Class” torno: torno vertical e torno horizontal.
- “Resource”: trata-se do recurso propriamente dito especificado com o nome do fabricante, modelo e características técnicas.

Esta modelagem de dados foi elaborada visando-se aumentar a flexibilidade do sistema, pois com a base de dados modelada desta forma, há uma maior facilidade na inserção de novos tipos de recursos na Base de Dados. Este modelamento também procura facilitar a manutenção da base de dados. Para a definição das características técnicas das máquinas operatrizes, houve a colaboração do projeto QCIM, desenvolvido na RWTH (“Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen”) em Aachen Alemanha. Também foram utilizadas sugestões de especialistas de chão de fábrica da RWTH.

A implementação baseou-se nas tecnologias Internet (TCP/IP, HTTP,SMTP entre outras). Basicamente construiu-se um sistema de páginas “World Wide Web” (WWW) com acesso a um banco de dados. A utilização das tecnologias Internet apresenta as seguintes vantagens:

- Portabilidade: para o Cliente, o único software necessário é um paginador Web com acesso á Internet (ou acesso discado ao Corretor de Informações). Como há paginadores Web para praticamente qualquer plataforma de hardware e software (principalmente Sistemas Operacionais), o Sistema de informação VISHOF possui uma elevada independência em relação ás arquiteturas de hardware e software dos Clientes.
- Custo: os requisitos básicos, em termos de tecnologias de informação, necessários para a utilização do Sistema de informação VISHOF , são acesso à Internet e um software paginador Web. O acesso Internet pode ser obtido através dos provedores de acesso, caso a empresa não possua o seu próprio acesso. Há também a possibilidade da empresa Cliente

acessar o Corretor de Informações via modem ou conexão digital . Já em relação ao paginador Web, o custo de aquisição é muito baixo ou às vezes nulo, pois softwares paginadores Web são amplamente distribuídos gratuitamente na Internet.

- Possibilidade de se utilizar recursos multimídia: todas as páginas WWW possuem recursos de Hipertexto e formulários que facilitam a comunicação com o usuário e a apresentação de resultados. Por exemplo, foi possível a apresentação das cartas de máquinas AWF (“Ausschuss Für Wirtschaftlichte Fertigung”) das máquinas armazenadas no banco de dados VISHOF.
- Comunicação: através de correio eletrônico, o Corretor de Informações pode ser acessado pelo Cliente a qualquer momento. Também as empresas Clientes podem divulgar seus endereços eletrônicos ampliando as formas de comunicação externa.
- Modularidade: a tecnologia Internet permite que o sistema de informação VISHOF seja expandido através da inclusão de novos servidores de banco de dados e servidores Web. Isto significa que o Sistema de informação VISHOF pode, teoricamente, ser tão grande quanto necessário.
- Abertura: a tecnologia Internet é uma tecnologia aberta e não pertence a nenhuma empresa em particular. Desta forma, a independência em relação a uma empresa de software específica não é muito grande.

A Figura 36 descreve os sistemas que compõe o Sistema de Informações VISHOF . Do lado do Cliente há apenas um paginador Web (“browser”) que, através de uma conexão à Internet ou acesso discado, pode comunicar-se com o Servidor Web do Corretor de Informações. Inicialmente, antes de acessar um serviço específico, o Cliente deve se identificar através de um nome (“logon”) e de uma senha (“password”). Após esta identificação e de acordo com a categoria a que pertencê, o Cliente tem acesso aos serviços do VISHOF . Toda a comunicação entre o Cliente e o Corretor de Informações é realizada via o protocolo utilizado na WWW, ou seja, HTTP.

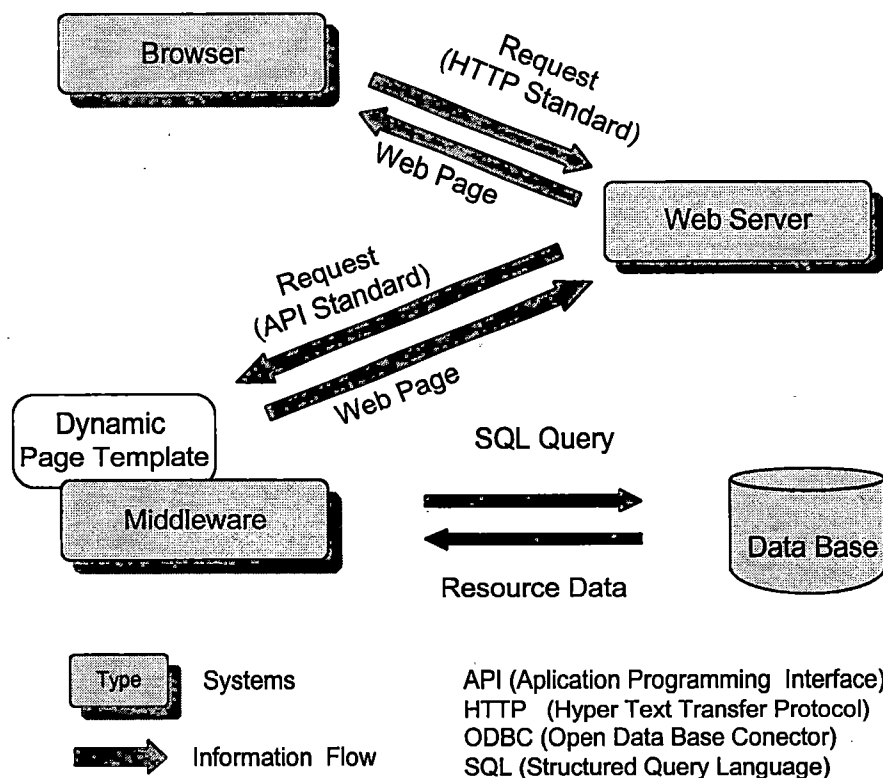


FIGURA 36 - Implementação do Sistema VISHOF.

Para acessar a base de dados, planeja-se utilizar um software responsável pela interpretação dos parâmetros escolhidos pelo Cliente. Este software é denominado “Middleware”. Uma outra função importante do “Middleware” será a de permitir o acesso à base de Dados. Este acesso é realizado através de chamadas SQL (“Structured Query Language”) contidas nas Páginas Dinâmicas (“Dynamic Page Template”).

Potencialidades estratégicas do VISHOF:

O VISHOF apresenta uma série de potencialidades tanto para as empresas Clientes quanto para a região onde estas empresas se encontram.

Em relação às empresas Clientes, as potencialidades do VISHOF seriam:

- melhorar o nível de utilização dos recursos internos das empresas Clientes: o sistema de informação VISHOF permite que se exponha e se venda capacidade de produção que esteja ociosa, aumentando o retorno do capital investido neste mesmo recurso;
- possibilidade de se encontrar recursos específicos: o sistema de informação VISHOF pode ser um meio rápido de se encontrar recursos específicos de produção na rede de

Clientes. Tais recursos podem ser máquinas específicas, equipamentos de medição ou até processos de fabricação;

- constituição de uma base para futuras cooperações: o VISHOF pode estimular as empresas participantes a formarem cooperações como forma de aumento da competitividade.

Para a região na qual o VISHOF atua, em particular , há também uma série de potencialidades tais como:

- aumento da sinergia entre as empresas da região: criando-se uma identidade e contribuindo para a alavancagem da capacidade produtiva de toda a região;
- estatísticas sobre os principais recursos subutilizados ou escassos: através das estatísticas de utilização do sistema de busca de recursos, o Corretor de Informações pode saber quais os recursos mais escassos ou subutilizados em uma região. Estas estatísticas podem ser úteis para governos regionais, institutos de pesquisas ou mesmo para a detecção de nichos de mercados de bens de produção não atendidos.

Assim o VISHOF, ampliando o acesso das empresas as informações sobre os recursos produtivos locais, pode dinamizar a cooperação entre as empresas e também o potencial competitivo da região e das empresas Clientes locais.

Glossário

Analógico: No contexto de dispositivos eletrônicos, uma onda ou sinal contínuo.

ATM (Asynchronous Transfer Mode): Um padrão para implementação de comutação de pacotes com comprimento fixado (células). É um padrão assíncrono.

Baud: Unidade de velocidade de sinalização equivalente ao número de eventos contínuos ou discretos por segundo. Se cada evento do sinal representa somente uma condição de bit, a taxa de baud é igual a taxa de bits por segundo.

Bps (Bit Per Second): Medida da transmissão de dados em uma transmissão serial.

Bridge (ponte): Um equipamento que interconecta redes locais no segundo nível do protocolo OSI. As pontes filtram e enviam os frames de acordo com os endereços da camada de acesso ao meio (MAC).

CCITT (Consultative Committee International for Telegraphy and Telephony): Comitê europeu para padronização mundial de sistemas de telecomunicações. Atualmente denominado ITU-T

Clock: Termo usado para designar a fonte de sincronização em transmissões síncronas.

Compressão: Técnica que reduz o número de bits necessários para representar informações em uma transmissão ou armazenamento de dados.

Comutação de Pacotes: Uma técnica de transmissão digital que divide uma informação a ser transmitida em envelopes discretos de dados chamados pacotes e os enviam uma a uma.

CORBA (Common Object Request Broker Architecture): Especificação de um ORB desenvolvida pela OMG.

CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection): Protocolo no qual, em uma rede, as estações que desejam transmitir “escutam” o meio de transmissão comum (bus) e somente transmitem quando este meio estiver livre.

DCE (Data Communications Equipment): No contexto das telecomunicações são os equipamentos que fornecem as funções, estabelece, mantém e finaliza uma conexão de dados (tal como um modem).

DCE (Distributed Computer Environment): No contexto dos sistemas computacionais, é um conjunto integrado de tecnologias que facilitam a criação, manutenção e utilização dos aplicativos em um ambiente computacional distribuído. Foi proposto pela OSF.

Digital: Saída binário (0 ou 1) de um computador ou terminal. Na comunicação de dados, um sinal variável e descontínuo.

DTE (Data Terminal Equipment): Um equipamento utilizado para transmitir e/ou receber dados de um DCE (como, por exemplo, uma impressora).

EDI (Electronic Document Interchange): Designa a troca eletrônica de documentos sem a intervenção humana. Há vários padrões de sistemas EDI como, por exemplo, o EDIFACT, o X.12 e o RND.

Endereço Internet: Também conhecido como endereço IP. É um endereço de 32 bits independente de hardware usado para hosts que suportam protocolo TCP.

Ethernet: Um padrão para redes locais definido pela norma IEEE802.3. Ethernet usa transmissão a 10Mbps e CSMA/CD como método de acesso.

E1: Sistema de transmissão digital a 2,048Mbps comum na Europa e utilizado no Brasil.

E3: Sistema de transmissão digital a 34Mbps comum na Europa e utilizado no Brasil.

FDDI (Fiber Distributed Data Interface): Um padrão ANSI para enlaces de fibra óptica com taxas de transmissão de até 155Mbps.

Frame Relay: Uma interface de rede que fornece alta velocidade de transmissão de pacotes com um retardo (delay) mínimo e melhor eficiência de utilização de banda. Trata-se de uma simplificação do protocolo X.25.

Full Duplex: Um circuito ou equipamento que permite a transmissão em duas direções simultaneamente.

G.703: Um padrão CCITT para características físicas e elétricas de interfaces digitais incluindo aquelas à 64kbps e 2,048Mbps.

Half Duplex: Modo de funcionamento de um circuito ou equipamento capaz de transmitir dados em duas direções, mas não simultaneamente.

Hardware: Parte física de equipamentos eletro-eletrônicos utilizados para processamento e/ou transmissão de dados e/ou informações.

HDLC (High-level Data Link Control): Um padrão internacional de comunicação definido pela ISO.

IEEE (Institute of Electrical and Eletronic Engineers): Uma sociedade profissional internacional que estabelece seus próprios padrões.

Infra-estrutura de Informação: Neste trabalho, é a denominação conjunta das tecnologias de informação e as soluções de integração de empresas que permitem a integração interempresarial na formação de uma empresa virtual.

IP (Internet Protocol): Protocolo do nível de rede no modelo OSI-ISO.

ISDN (Integrated Services Digital Network): Um serviço de transmissão que permite a transmissão de dados ou voz simultaneamente no mesmo meio físico. Em português, utiliza-se a denominação "Rede Digital de Serviços Integrados" ou RDSI.

ISO (International Satandards Organization): Uma organização internacional que estabelece, entre outros, padrões para telecomunicações.

Kernel de um Sistema Operacional: Programa que é carregado quando se inicia o computador e que é responsável pelas mais básicas funções, tais como o gerenciamento e controle de hardware e a implementação de facilidades.

LAN (Local Area Network): Uma facilidade para transmissão de altas taxas de dados conectando equipamentos de comunicação (computadores, terminais e impressoras) dentro de uma área em uma sala, prédio ou campus.

MAC (Media Access Control): Um protocolo que define um modo dos hosts acessarem um meio de comunicação compartilhado (bus), principalmente em LANs.

MAP (Manufacturing Automation Protocol): Protocolo específico para automação de fábricas desenvolvido pela General Motors (GM) e outras companhias.

Middleware: Software que permite a interface entre cliente(s) e servidor(es) num ambiente computacional.

MODEM (Modulator-Demodulator): Um equipamento usado para converter dados digitais seriais de um DTE para um sinal adequado para ser transmitido a grandes distâncias. O MODEM também converte o sinal recebido de uma transmissão para um sinal digital serial a ser recebido por um DTE.

NIIP (National Industrial Information Infrastructure Protocol): Consórcio norte americano que busca estabelecer um padrão de protocolos para viabilizar a formação de empresas virtuais no setor da manufatura.

OMG (Object Management Group): Consórcio fundado em 1989 dedicado ao estabelecimento de padrões para sistemas baseados em objetos distribuídos.

ORB (Object Request Broker): Middleware responsável, entre outras coisas, pelo gerenciamento de objetos em um ambiente computacional distribuído.

Organização Virtual: Um conjunto de potenciais parceiros que podem formar empresas virtuais na ocasião de se explorar determinada oportunidade de mercado.

OSF (Open Software Foundation): Consórcio norte-americano de empresas que buscam o desenvolvimento de padrões para sistemas computacionais distribuídos.

OSI (Open Systems Interconnection) Model: Um modelo de rede de sete camadas desenvolvido pela ISO.

Pacote (Packet): Um grupo ordenado de sinais de dados e controle transmitido através de uma rede.

PCM (Pulse Code Modulation): Um procedimento para adaptação de sinais analógicos (como, por exemplo, voz) em um fluxo de dados digitais a 64kbps (usualmente, sem a utilização de técnicas de compressão digital).

Plataforma de Integração: Segundo VERNADAT (1996), plataforma de integração é a denominação da tecnologia de informação no contexto da integração de empresas.

Polling: Uma configuração de comunicação na qual vários dispositivos dividem uma mesma facilidade de transmissão. No entanto, somente um único dispositivo pode transmitir a cada vez.

Protocolo: Um conjunto formal de convenções que governam a formatação e sincronismo relativo na troca de mensagens entre sistemas de comunicação.

SNA (Systems Network Architecture): Uma arquitetura em camadas proposta pela IBM.

Software: Dados, tais como programas, rotinas e linguagens simbólicas, essenciais para a operação e manutenção dos computadores ou outros equipamentos similares.

Tecnologia de Informação: Neste trabalho, o termo tecnologia de informação designa conjuntamente os recursos de informática e telecomunicações utilizados pelas empresas.

TCP/IP (Transfer Control Protocol/Internet Protocol): Protocolo utilizado na Internet que garante a transmissão de pacotes fim-a-fim.

Thread: Abstração de uma atividade em um sistema operacional.

Transmissão Analógica: É a transmissão de um sinal continuamente variável.

Transmissão Assíncrona: Método de transmissão que envia unidades de dados com um caracter por vez. Os caracteres são precedidos por bits de início e terminados por bits de finalização que conjuntamente sincronizam o receptor.

Token Ring: Um padrão para redes locais designado pela norma IEEE802.5. Um frame de supervisão, denominado token, é passado entre as estações seqüencialmente, autorizando a transmissão de dados.

TOP (Technical and Office Protocols): Conjunto de protocolos desenvolvidos pela Boeing para automação de escritórios.

X.25: Padrão para transmissão de pacotes proposto inicialmente pelo CCITT em 1976. É utilizado até hoje e tem como principal vantagem a robustez a meios de transmissão não confiáveis (com altas taxas de erros).