



A EMERGÊNCIA DA EMPRESA VIRTUAL E OS REQUISITOS PARA OS SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

Américo L. Azevedo

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
INESC-Porto
Unidade de Engenharia de Sistemas de Produção
Rua José Falcão, 110 – 4050 – Porto – Portugal
E-mail: ala@fe.up.pt

Resumo

A vantagem competitiva das empresas passa cada vez mais pelo desenvolvimento de novas estruturas organizacionais, nomeadamente pelo estabelecimento de redes de cooperação com todas as entidades intervenientes na cadeia de fornecimento, e novas metodologias de gestão e planeamento, apoiadas fortemente por tecnologias de informação e de comunicação. Este artigo tem como principal finalidade apresentar o conceito de Empresa Virtual como o paradigma organizacional das empresas emergentes, e explorar a sua estreita relação com as tecnologias de informação e comunicação. Após caracterizar o conceito de Empresa Virtual e de caracterizar o mercado dos sistemas de informação empresarial, é identificado um conjunto de requisitos base para as tecnologias de informação e de comunicação, de suporte a este tipo de organização, nomeadamente para o processo de planeamento e negociação de novas encomendas.

Palavras-chave: *empresa virtual, redes de empresas, globalização, ERP, SCM.*

1. Introdução

A história da organização e gestão empresariais, mostra de uma forma clara que as empresas têm sempre procedido a mudanças

organizacionais por forma a responderem mais adequadamente às tendências e solicitações dos mercados, e a satisfazerem um conjunto cada vez mais exigente de requisitos. Neste fim de século, as novas realidades económicas tornam

definitivamente insustentáveis os padrões organizacionais baseados na estabilidade e na previsibilidade.

As novas formas de organização, nomeadamente a ‘Empresa Virtual’, fortemente baseadas na cooperação e de duração muito variável, pressupõem a existência de um conjunto de instrumentos de apoio à gestão, com base em tecnologias de informação e comunicação, que suportem adequadamente o seu ciclo de vida. Mas o que se constata atualmente é que os requisitos destas novas formas de organização, quer ao nível funcional quer quanto à infraestrutura tecnológica, ainda não são cabalmente satisfeitos pelas soluções disponíveis comercialmente, nomeadamente, pelos sistemas de informação empresarial ERP (*Enterprise Resource Planning*) e SCM (*Supply Chain Management*).

Neste artigo, temos como principal finalidade apresentar o conceito de *Empresa Virtual* como o novo e emergente paradigma organizacional das empresas, e a sua estreita relação com as tecnologias de informação e comunicação. Começa-se por fazer uma breve introdução ao aparecimento de novos paradigmas organizacionais, salientando, em particular, o conceito de “empresa ágil”. Faz-se igualmente uma referência breve a projetos e programas de investigação relevantes nesta área. Após caracterizar o conceito de *Empresa Virtual*, procura identificar-se um conjunto de requisitos base para as tecnologias de informação e de comunicação, para suporte a este tipo de organização.

A caracterização do mercado dos sistemas de informação empresarial será objeto de uma secção, na qual se procura igualmente apresentar as principais tendências atuais. Conclui-se, com a identificação de um conjunto de requisitos para os sistemas de informação de suporte à *Empresa Virtual*.

2. Novos Paradigmas Organizacionais

A globalização constitui, sem dúvida, hoje em dia e nas suas diversas vertentes, objeto privilegiado de reflexão e de especulação. Uma

idéia-chave implícita no conceito de globalização é a de que tudo acontece rapidamente, em simultâneo e de forma cooperativa, independentemente do lugar do mundo em que tenha ocorrido.

A confluência da globalização e dos avanços tecnológicos revolucionou neste final de século o processo de criação de valor, nomeadamente a partir da transição de uma economia industrial para uma economia baseada na informação. Neste contexto de grande complexidade, instabilidade e incerteza, as mudanças organizacionais têm sido encaradas como um dos principais meios para estruturar e explorar o novo mundo dos negócios.

A continuada proliferação de tecnologias de informação em todos os setores de atividade econômica, permitiu a transição de uma competitividade centrada em fatores de natureza tangível para uma competitividade em que a ênfase é colocada nas questões organizacionais e de coordenação e cooperação.

Neste contexto, o aparecimento de novos fatores, de âmbito externo e interno, tais como, a globalização dos mercados, o lançamento de novos produtos em escalas temporais cada vez menores e a proliferação tecnológica em áreas de grande heterogeneidade, tem provocado alterações profundas nas organizações no sentido de estas continuarem competitivas.

Estas alterações compreendem, entre outras, a adoção de estratégias de inovação, o aumento da produtividade e a potenciação das capacidades humanas (Figura 1). Uma consequência destas alterações profundas é a exploração de novas formas de organização, nomeadamente a partir da criação de redes de empresas e da formação de organizações virtuais e conseqüentemente de *Empresas Virtuais*.

2.1 A Emergência de Novos Paradigmas Organizacionais

As questões organizacionais nunca foram objeto de tanta divulgação, como nos nossos dias. As últimas três ou quatro décadas foram

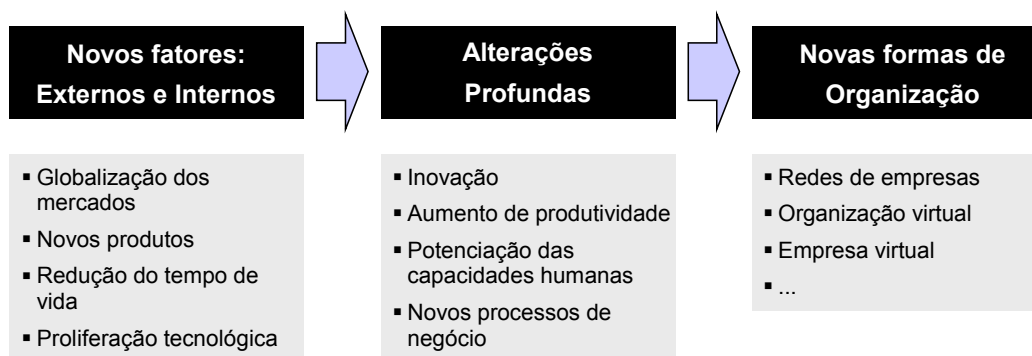


Figura 1 – A emergência de novas formas organizacionais.

particularmente profícuas no aparecimento de novas estratégias de produção e organização. Na origem destas novas lógicas produtivas e organizacionais, estão as limitações de um quadro-tipo dominado pela doutrina da administração científica do trabalho (Frederick Taylor) e da estrutura organizacional (Henri Fayol e Max Weber), implementado em larga escala na primeira metade do século, com a preocupação única de se conseguir uma eficiência produtiva cada vez maior.

A segunda metade do século transmite-nos uma idéia clara de mudança, em que a nova lógica dominante é a competição e o desenvolvimento econômico das nações industrializadas. De uma era, anos 50/60, em que o ênfase da competitividade se centrava nos custos de produção, passou-se para uma fase em que a saturação do mercado conduziu a uma inflexão para as questões de *marketing* e posteriormente para fatores tais como a qualidade e a fiabilidade dos produtos. A década de 90 assistiu a uma nova mudança, na qual a vantagem competitiva é marcada pela idéia-chave de *resposta rápida* às solicitações do mercado (*time to market*). Assim, emergiram novos conceitos, tais como: *Supply Chain Management*, *Lean Production*, *World Class Manufacturing* e *Agile Manufacturing* (JAGDEV & BROWNE, 1998).

Para se manterem competitivas, as empresas tendem a evoluir progressivamente para formas de organização mais globais, com uma especial preocupação no que respeita à maior variabilidade

da procura, à proliferação de novas tecnologias (que permitem reduzir substancialmente os tempos de desenvolvimento e produção de novos produtos, cada vez mais complexos), às novas exigências no tempo de resposta às solicitações dos clientes e ao aumento substancial da qualidade.

Este quadro geral conduziu naturalmente a novos paradigmas organizacionais, caracterizados por uma maior concentração das empresas nas suas competências e atividades principais – “*core competencies*” – e pelo estabelecimento de redes de cooperação com entidades externas, desde fornecedores a clientes, em que as atividades de coordenação e colaboração assumem naturalmente uma enorme importância, conduzindo conseqüentemente a desafios de grande complexidade.

Assim, novas idéias e conceitos têm sido nos últimos anos propostos no âmbito da organização dos sistemas de manufatura, com a finalidade de suportarem de forma efetiva os requisitos e tendências emergentes, nomeadamente a globalização da competitividade, a constante diminuição do ciclo de vida dos produtos, a contínua melhoria da qualidade e da fiabilidade, a concepção e a produção de produtos cada vez mais complexos, etc. Exemplos de novas idéias e conceitos incluem: a empresa fractal, os sistemas de fabrico holónicos, os sistemas de fabrico biológicos e os sistemas de fabrico ágeis (GINDY, 1999). Para uma apresentação e comparação destes conceitos, sugere-se a leitura de THARUMARAJAH *et al.* (1996).

Refira-se finalmente que diversos programas e projetos de investigação têm sido lançados nos últimos anos, com o objetivo de formalizar e de desenvolver metodologias de modelação adequadas aos novos paradigmas organizacionais, nomeadamente às organizações ágeis, virtuais ou a operarem em estruturas cooperativas complexas. Alguns dos projetos mais significativos lançados nos últimos anos, nesta área, incluem por exemplo, a iniciativa de âmbito internacional, denominada IMS – *Intelligent Manufacturing Systems*, que começou em 1995, tem uma duração de 10 anos e envolve neste momento cerca de 250 empresas e cerca de 200 instituições de investigação. O objetivo principal é a promoção de projetos e programas de investigação que desenvolvam a futura geração das tecnologias de produção. Exemplos de programas desenvolvidos neste âmbito incluem o NGMS IMS – *The Next Generation Manufacturing Systems* e o Globeman 21 (*The Enterprise Integration for Global Manufacturing Towards 21st Century*).

Uma iniciativa internacional de âmbito europeu foi promovida com o projeto EUREKA “Factory for the Future”. Este projeto envolveu três países (Alemanha, França e Reino Unido) e procurou desenvolver diversos modelos de referência, numa perspectiva vertical, para a denominada “fábrica de futuro” suportando os conceitos de *agilidade* e de *Empresa Virtual*.

Iniciativas de âmbito nacional foram igualmente lançadas por diversos países, nomeadamente o programa *Agile Manufacturing* nos Estados Unidos, o *Innovative Manufacturing Initiative* pelo Reino Unido e o *Production 2000* na Alemanha.

Subjacente a todos os programas e projetos de investigação referidos, encontra-se sempre uma organização empresarial, geralmente temporária, heterogênea e cooperativa. É por isso frequente o recurso a designações como *Empresa Virtual* para caracterizar o tipo de estruturas organizativas envolvidas, apesar de não ser ainda consensual o âmbito preciso desta expressão. Existem variados projetos que

abordam diferentes aspectos associados às “empresas virtuais”, nomeadamente desde aspectos conceptuais de criação, operação e extinção, passando pelo projeto de infraestruturas tecnológicas de suporte às suas funcionalidades e pelo desenvolvimento de metodologias de planeamento colaborativo. Exemplos representativos são os projetos seguintes:

- Co-OPERATE – IST Project 12259. Este projeto Europeu com a duração de dois anos, envolvendo diversas instituições de investigação e empresas industriais, encontra-se direcionado para o desenvolvimento dos aspectos de coordenação e de colaboração das atividades produtivas em redes de empresas (www.co-operate.com). O projeto aborda em particular os seguintes setores-alvo: cadeias de fornecimento de componentes para a indústria de automóvel e as cadeias produtivas na indústria dos semicondutores. O objetivo principal do projeto é o desenvolvimento de metodologias e ferramentas que permitam implementar mecanismos de cooperação e de colaboração tendo por infraestrutura tecnológica uma arquitetura inovadora baseada no paradigma dos agentes inteligentes implementada com tecnologia da Internet.
- NIIP – *National Industrial Information Infrastructure Protocols* (EUA). Este projeto (levado a cabo por um consórcio de 18 instituições) tem como objetivo principal adotar, desenvolver, demonstrar e disseminar as tecnologias de suporte a todo o ciclo de vida das empresas virtuais (NIIP, 1995).
- X-CITTIC – *A Planning and Control System for Semiconductor Virtual Enterprise* (UE). Este projeto, com ênfase particular na indústria dos semicondutores, financiado pela Comissão Europeia (ESPRIT) decorreu no período de 1996 a 1998, teve como objetivo principal o desenvolvimento de um sistema de informação que suportasse o planeamento e o controle da produção numa rede de empresas.

- **PRODNET II** – *Production Planning and Management in an Extended Enterprise* (UE), projeto financiado pela Comissão Européia, envolveu parceiros europeus e da América Latina; teve como objetivo principal o desenvolvimento de uma arquitetura de referência e infra-estrutura de suporte para empresas virtuais, com ênfase particular nas pequenas e médias empresas (CAMARINHAMATOS *et al.*, 1997b; CAMARINHAMATOS *et al.*, 1997a).

Outras iniciativas com interesse significativo incluem:

- **ANX** – *Automotive Network Exchange* (www.anx.com) – é uma infra-estrutura do tipo VPN (*Virtual Private Network*), originalmente desenvolvida pela General Motors Corporation, Ford Motor Company e pela Daimler-Chrysler, para suporte tecnológico a uma rede cooperativa de fornecedores da indústria automóvel.
- **CPFRC** – *Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment Committee* (www.cpfrc.org) – é um consórcio formado por fabricantes e retalhistas com o objetivo de desenvolver uma plataforma comum de suporte à integração de processos de negócio relativos a aspectos de relações de colaboração estendidos a toda a cadeia de fornecimento.
- **Supply Chain Council** (www.supply-chain.org) – iniciativa envolvendo diversas empresas e instituições dos Estados- Unidos com o objetivo de desenvolver e implementar um modelo de referência para a cadeia de fornecimento.

2.1.1 Empresa Ágil

Ao longo deste século, a base dos processos de fabrico progrediu desde um ambiente artesanal, pela produção em massa, até à denominada produção “magra” (*lean*) e flexível, e presentemente continua a sua evolução a um ritmo crescente dando origem ao que é já um novo paradigma organizacional: a “empresa ágil”.

A expressão ‘*Agile Manufacturing*’ teve a sua origem nos Estados Unidos e resultou de um estudo efetuado por uma equipe de investigação envolvendo empresas industriais, agências governamentais e organismos públicos, acerca da competitividade das empresas americanas num mercado global (NAGEL & DOVE, 1991). Uma das conclusões deste estudo foi que a melhoria do desempenho dos sistemas de produção em série não traria competitividade para as empresas a operarem num mercado global. Em vez disso, seria necessário adotar e estimular novas formas de trabalho nomeadamente a partir de “empresas ágeis”. Segundo o mesmo relatório, a “agilidade” requer a integração de vários fatores: tecnologias flexíveis de produção; uma força de trabalho competente; conhecimento; e estruturas organizacionais de gestão que promovam e estimulem iniciativas cooperativas entre as empresas (JAGDEV & BROWNE, 1998). Um aspecto igualmente importante do *Agile manufacturing* é a capacidade para desenvolver relações estratégicas entre clientes e fornecedores.

A empresa, para ser ágil num contexto global, tem de ter a capacidade de rapidamente introduzir no mercado produtos inovadores; tem igualmente de ser capaz de dar uma resposta rápida ao mercado e aos clientes, quanto a novos produtos; e tem que operar com um sistema produtivo re-configurável e continuamente em mudança para se adaptar à própria dinâmica do mercado.

Responder rapidamente ao mercado com novos e mais complexos produtos é, naturalmente, uma vantagem competitiva das empresas. De acordo com este paradigma organizacional, a introdução de novos produtos assenta na formação de estruturas organizacionais envolvendo recursos de diferentes entidades numa única entidade de negócio e enquanto prevalecer a oportunidade de mercado. Inerente a esta forma de organização, e refletindo a atual tendência de evolução para formas de organização mais globais, nomeadamente a partir do estabelecimento de redes de cooperação com todas as entidades intervenientes na cadeia de fornecimento, encontra-se assim

a noção de *Empresa Virtual*, conceito a ser caracterizado em seguida.

2.2 A *Empresa Virtual*

Pela variedade de termos e conceitos apresentados em inúmeros trabalhos de investigação e em diversas publicações, torna-se evidente que não existe um consenso acerca desta temática. Diferentes termos, tais como *Virtual Enterprise*, *Extended Enterprise*, *Virtual Factory*, *Virtual Company*, *Virtual Organization*, etc, têm sido propostos para expressar, por vezes, as mesmas idéias no mesmo contexto, ou idéias diferentes em contextos igualmente diferentes.

O conceito do termo “virtual”, no contexto que temos vindo a referir, pode ser explicado em parte recorrendo a uma analogia com a unidade de memória de um sistema computacional, como sugere Zimmermann (ZIMMERMANN, 1988). Nesta analogia, identificam-se diversas similitudes, nomeadamente, a satisfação temporária de um ou mais pedidos, a disponibilidade quase ilimitada de recursos, a dinâmica de reconfiguração, etc.

O termo “virtual”, num contexto de manufatura, tem as suas raízes no trabalho de Williamson, “Markets and Hierarchies”, em 1975 acerca da economia nos custos de transação (SHARP & BEACH, 1998). Nesse trabalho, o autor advogava que as empresas industriais deveriam “exteriorizar” sempre que possível as suas atividades, quer produtivas, quer de serviços. Um impacto imediato destas idéias foi a crescente popularidade verificada na década de 80 com a implementação de estratégias de *outsourcing*.

Numa perspectiva orientada aos negócios e com abrangência mais lata, o conceito de *Virtual Corporation* foi apresentado por Davidow e Malone, em 1992 (DAVIDOW & MALONE, 1992).

Num sentido lato e generalista, a emergência da “Organização Virtual” resulta por um lado da globalização dos mercados e conseqüentemente da economia, e por outro da tendência de desintegração vertical ocorrida nas organizações

como condição fundamental à sua cada vez maior concentração nas atividades principais (*core business*). Assim, em primeira instância, uma “Organização Virtual” pode ser definida como um agrupamento (com caráter temporário) de *agentes econômicos*, internos ou externos à própria organização, com competências e atividades complementares, que interagem e cooperam espacial e temporalmente de forma coordenada, por forma a alcançarem um objetivo comum bem definido.

A evolução das organizações virtuais ou, num sentido mais restrito, a evolução das redes de empresas, tem seguido duas trajetórias principais. Por um lado verifica-se a intensificação da cooperação entre empresas de pequena e média dimensão e, noutra linha, verifica-se uma crescente reestruturação das grandes empresas, numa cada vez maior desintegração vertical, fomentando por isso uma cooperação, num certo sentido, verticalizada.

Como é natural, a obtenção de vantagens competitivas por parte de empresas pequenas e de média dimensão, quanto à possibilidade de entrarem em novos mercados e fornecerem novos produtos, é grandemente dificultada pela limitada disponibilidade de recursos. Uma forma de ultrapassar estas dificuldades passa então pela cooperação entre empresas, nomeadamente pelo estabelecimento de contratos de cooperação e formação de alianças estratégicas. Estas soluções, clássicas, suportadas por disposições legais de certa forma rígidas, apresentam como vantagem fundamental o fato de limitarem os custos de transação decorrentes da cooperação estabelecida. Contudo, uma desvantagem significativa resulta da conseqüente rigidez de um contrato impossibilitar uma resposta flexível, rápida e reativa a alterações ou novas solicitações do mercado. As empresas virtuais ultrapassam estes obstáculos pelo fato de apresentarem uma organização fortemente baseada na cooperação entre as entidades que a constituem e por, implicitamente, recorrerem a uma infra-estrutura tecnológica de informação e comunicação que limita significativamente os custos de transação.

2.2.1 *Empresa Virtual* ou *Estendida* (“*Extended*”)?

Apesar da variedade de termos já referida, há hoje uma tendência para se concentrar fundamentalmente em dois deles: *Empresa Virtual* (*Virtual Enterprise*) e *Empresa “Estendida”* (*Extended Enterprise*).

Se começa a haver concordância quanto ao emprego destes termos como designação dos novos paradigmas organizacionais, ainda não existe unanimidade quanto ao âmbito preciso de cada um deles. Alguns autores defendem que o conceito de *Empresa Virtual* é mais abrangente e inclui o conceito de *Empresa Estendida*, outros defendem exatamente o oposto (ROLSTADAS, 1998).

A unanimidade é no entanto patente naquilo que parece ser a característica fundamental de uma *Empresa Virtual* ou *Estendida*, nomeadamente, quanto ao fato de ser um consórcio temporário, formado por entidades autônomas e dispersas geograficamente, e cooperando de forma coordenada através do recurso a tecnologias de informação e de comunicação. Esta visão tem sido defendida em diversas publicações, nomeadamente em NIIP (1995), CAMARINHA-MATOS *et al.* (1997a) e AZEVEDO & SOUSA (1997).

Segundo a literatura, a tendência atual é considerar a *Empresa Virtual* como uma rede de nós, nomeadamente, fornecedores, clientes, unidades de produção e de montagem, unidades logísticas e outros serviços especializados. Em AZEVEDO & SOUSA (1999), considera-se que uma *Empresa Virtual* é baseada numa matriz alargada de sistemas e processos de negócios, composta por fornecedores, clientes, desenvolvedores, produtores, produtos, serviços e informação global. Subjacente a essa matriz está uma integração, segundo diferentes eixos, nomeadamente o geográfico ou físico, o funcional ou de processo e o da informação.

Por seu lado, Jagdev e Browne advogam que a diferença entre *Empresa Estendida* e *Empresa Virtual* é em certo sentido uma questão de

semântica (JAGDEV & BROWNE, 1998). Pelas definições apresentadas, pode deduzir-se que o grau de integração e o âmbito de cooperação é mais amplo no caso da *Empresa Virtual*, pelo que as *Empresas “Estendidas”* podem ser consideradas como um caso especial da *Empresa Virtual*.

Em CAMARINHA-MATOS *et al.* (1997a) os autores consideram que o contexto de uma *Empresa “Estendida”* se adequa melhor a organizações nas quais uma empresa “principal”, isto é, dominadora, “estende” os seus limites a todos ou a alguns dos seus fornecedores, enquanto a *Empresa Virtual* pode ser vista como um conceito mais geral, envolvendo outros tipos de organizações, nomeadamente uma estrutura mais democrática, na qual a cooperação é estabelecida de igual para igual.

A organização estrutural da *Empresa Virtual* encontra-se ilustrada na Figura 2. Neste exemplo, a *Empresa Virtual* é constituída por cinco entidades independentes. Algumas delas são apenas partes de outras empresas (por exemplo, a entidade P1 da empresa B). A figura ilustra igualmente a possibilidade de uma entidade poder participar simultaneamente em mais do que uma *Empresa Virtual*.

Note-se que, comparativamente a outras formas de organização tais como alianças estratégicas, *joint ventures* ou grupos de empresas, a *Empresa Virtual* diferencia-se quanto ao fato de combinar várias entidades, mantendo a flexibilidade e a autonomia de cada uma, mas exteriorizando-se como uma só entidade. Por outro lado, uma outra diferença significativa, resulta do fato de a duração da *Empresa Virtual* poder assumir valores muito diversos e, conseqüentemente, se estabelecerem ligações de tipo muito diverso entre as entidades que a compõem. A Figura 3 ilustra, no caso geral, o posicionamento da *Empresa Virtual* relativamente a outras formas de cooperação tradicionais, num plano em que um dos eixos representa a intensidade da cooperação entre entidades e o outro, a duração dessa cooperação.

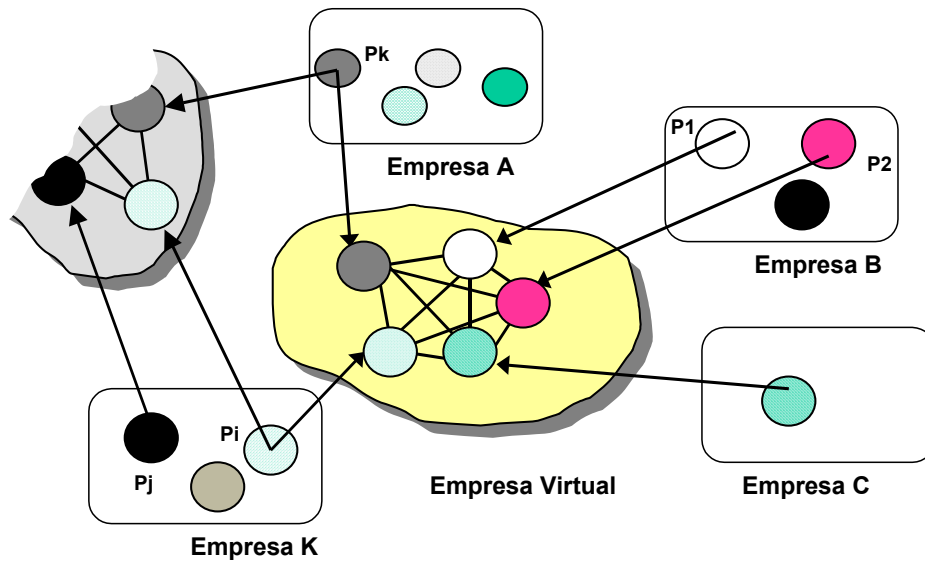


Figura 2 – Cooperação entre entidades autônomas numa *Empresa Virtual*.

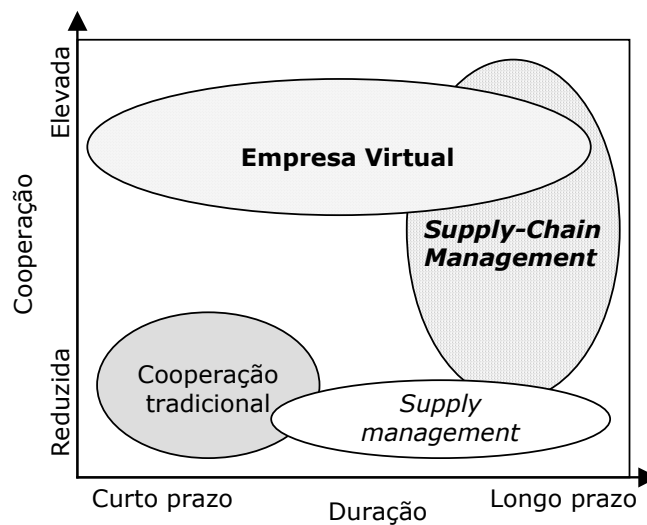


Figura 3 – Intensidade e duração da cooperação (adaptado de WESTKAMPER, 1998).

2.2.2 Características da *Empresa Virtual*

Comparativamente a empresas ou organizações tradicionais, podem identificar-se nas Empresas Virtuais as seguintes características principais:

- *Autonomia* – as entidades são, em geral, independentes, podendo nomeadamente integrar outras empresas virtuais, ou encontrar-se integradas em estruturas de cooperação com contratos de longo prazo.
- *Distribuição* – as entidades que compõem a *Empresa Virtual* encontram-se fisicamente dispersas, eventualmente muito afastadas (por exemplo, em diferentes continentes).
- *Configuração dinâmica* – constituindo em geral uma aliança temporária, a *Empresa Virtual* tem subjacente um ciclo de vida que,

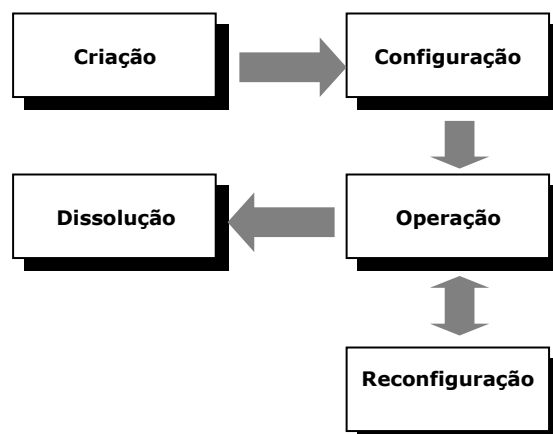


Figura 4 – Ciclo de vida de uma *Empresa Virtual*.

para além do início e fim da própria *Empresa Virtual*, compreende a entrada e saída de novas entidades, de acordo com as oportunidades do mercado em que opera, originando-se assim atividades de reconfiguração.

- *Adaptabilidade* – no seu conjunto, a *Empresa Virtual* reage rapidamente, isto é, adapta-se com agilidade às mudanças do mercado.
- *Redes de informação* – a emergência da *Empresa Virtual* como paradigma organizacional foi possível, em grande parte, ao desenvolvimento sem precedentes das tecnologias de informação e de comunicação.

2.2.3 Ciclo de Vida

A gênese de uma empresa/organização virtual está na capacidade para criar e estabelecer cooperações temporárias e aproveitar oportunidades de negócio efêmeras, tais que, uma empresa atuando de forma isolada, por incapacidade tecnológica ou limitação de recursos, não conseguiria aproveitar.

Resulta deste comportamento dinâmico, provocado pela necessidade de constante adaptação ao mercado, um ciclo de vida estruturado em cinco fases principais e ilustrado na Figura 4: criação e identificação de entidades, configuração e organização da empresa, operação, reconfiguração e dissolução (ver, por exemplo, KATZY, 1998; ZIMMERMANN, 1988 e

CAMARINHA-MATOS & AFSARMANESH, 1998).

Criação e identificação de entidades externas

Esta fase compreende o processo de seleção, por parte da empresa principal ou coordenadora (*core company*), de empresas com competências adequadas a uma *Empresa Virtual* para aproveitar a oportunidade de negócio identificada.

Configuração e organização

Nesta fase, são estabelecidas as regras e as condições de cooperação, nomeadamente, atribuição de tarefas, afetação de recursos, definição de procedimentos operatórios, estabelecimento de infra-estruturas tecnológicas, etc.

Operação

Esta fase, envolve a execução e a coordenação das tarefas planejadas por todas as entidades participantes. É uma fase em que a negociação no planeamento de atividades assume particular importância e onde a monitorização das atividades se revela decisiva para garantir reações adequadas a alterações ou situações imprevisíveis.

Reconfiguração

A *Empresa Virtual* é por natureza dinâmica, isto é, deve poder facilmente suportar alterações de estrutura. Esta fase compreende a entrada e a

saída de entidades, com a finalidade de alterar a estrutura da própria *Empresa Virtual*, ou simplesmente para substituir algumas das entidades participantes.

Dissolução

Uma *Empresa Virtual* é criada para aproveitar uma oportunidade do mercado, tendo por isso um tempo de vida limitado. Uma vez atingidos os objetivos para os quais foi criada, procede-se, em geral à sua dissolução.

2.2.4 A Empresa Virtual e as Tecnologias de Informação

A emergência da *Empresa Virtual* como novo paradigma organizacional pressupõe o recurso a um conjunto de instrumentos de apoio à gestão, suportados por tecnologias de informação e comunicação adequadas, dotando a empresa de meios adequados à negociação, cooperação e coordenação inter-entidades.

As fases de configuração, reconfiguração e operação parecem ser as mais exigentes e para as quais há atualmente, menos soluções disponíveis. Em particular, a configuração e a reconfiguração necessitam de instrumentos para “mapear”, de forma eficiente, os sistemas e processos físicos produtivos em agentes de informação, por forma a automatizarem os processos de negociação a decorrerem durante a fase de operação. Nesta fase, em que predomina a coordenação, é possível identificar duas funcionalidades principais: uma *pro-ativa* e outra *reativa*. À primeira são associados os processos de negociação, aceitação e planeamento de encomendas; a segunda trata essencialmente do controle e monitorização do fluxo das encomendas ao longo da empresa e das ações corretivas a tomar em situações imprevistas.

Uma consequência imediata do estabelecimento de estruturas produtivas em rede integrando cadeias logísticas complexas, ao nível da produção, é a alteração nos processos de planeamento, de um nível estritamente local, para um nível mais abrangente, onde os aspectos

logísticos e de coordenação assumem grande importância. Assim, na perspectiva da produção, deve ser possível gerir dinamicamente as capacidades dos diferentes intervenientes, apoiando, por um lado, todo o processo de aceitação e colocação de encomendas e por outro, o planeamento das unidades produtivas. Neste sentido, as tecnologias de informação devem disponibilizar aos decisores, um conjunto de soluções que permitam:

- a negociação das encomendas (*order promising*) em tempo real, por meio de uma rápida avaliação da capacidade produtiva (ao longo da rede de empresas);
- o planeamento otimizado e sincronizado das atividades das empresas;
- a monitorização do fluxo das ordens de produção e o apoio à tomada de decisões, em caso de ocorrências que perturbem esse fluxo, por forma a garantir o cumprimento dos prazos de entrega;
- um sistema de informação configurável e escalável, segundo a estrutura da rede empresarial.

Os mecanismos de negociação, na qual o planeamento se baseia, a coordenação necessária entre entidades independentes e a disponibilização e acesso a informação global atualizada são, seguramente, pilares fundamentais das funcionalidades que os sistemas de informação de apoio às empresas virtuais devem suportar.

Além disso, a produção orientada ao cliente é, cada vez mais, uma questão central das empresas industriais. A tendência continuada de redução dos lotes de fabrico e de redução do ciclo de vida associado aos produtos, a imprevisibilidade da procura e a grande variedade dos produtos, bem como a sua cada vez maior personalização, são fatores que no limite levarão as empresas a aproximarem-se do paradigma da produção unitária. Naturalmente que esta tendência impõe grandes desafios às empresas industriais, ao nível da organização do processo produtivo e ao nível dos sistemas e processos de planeamento, de gestão e de controle da produção.

Por outro lado, uma cada vez maior interação entre cliente e fornecedor (produtor) coloca igualmente fortes requisitos aos sistemas de planejamento. Cada vez mais, o planejamento da produção tem de ser baseado nas encomendas dos clientes e menos em previsões. Os sistemas atuais de planejamento (por exemplo, sistemas ERP e MRP-II) não se adequam cabalmente a esta nova realidade. Na verdade, não suportam o carácter distribuído do processo produtivo inerente às novas formas de organização, não admitem situações frequentes de replanejamento, decorrentes das necessidades de planejar novas encomendas, e não fazem uma avaliação real da capacidade produtiva (naturalmente difícil de calcular, em sistemas complexos e distribuídos). Além disso, o processo de negociação/aceitação de novas encomendas (*order promising*) é baseado exclusivamente em informação de ATP (*Available-To-Promise*), calculada a partir de planos de produção rígidos, não permitindo, dessa forma, a inclusão de novas encomendas com verificação de capacidades.

3. Os Sistemas ERP, APS e SCM

Desde meados da década de 90 que a comunidade empresarial tem sido “bombardeada” com a sigla ERP – acrônimo de *Enterprise Resource Planning* – anunciada como a solução definitiva para os complexos problemas de gestão empresarial, em todos os seus níveis de abrangência. A sigla ERP foi introduzida em 1992 pelo Gartner Group, como um marco na passagem de uma gestão eminentemente centrada e orientada para os materiais, para uma gestão focada e orientada no serviço ao cliente (MARSH & MOULDING, 1997). Procurou-se, com esta nova denominação, assinalar a chegada ao mercado de sistemas de informação empresariais com integração das áreas financeira, da produção e da distribuição.

Numa primeira análise, e como resultado do poderoso desenvolvimento das tecnologias de informação dos últimos anos, podem considerar-se os sistemas de informação empresariais ERP

como a aglutinação, de forma integrada (isto é, sobre a mesma informação), da maioria das atividades empresariais. Mas uma análise mais pormenorizada permite, talvez mais corretamente, encarar os sistemas ERP como a evolução natural do tradicional sistema MRP-II orientado segundo uma perspectiva departamental, no sentido de um funcionamento orientado ao *processo de negócio*. Ou seja, ao nível da gestão e planejamento das atividades produtivas, parece não se terem verificado mudanças significativas nas metodologias e lógicas de planejamento, pelo que na realidade se mantém a maior parte das limitações tradicionalmente identificadas nos sistemas correntes de gestão, tais como o MRP-II.

Na prática, um ERP integra, sobre uma estrutura de informação comum, todas as aplicações associadas às diferentes áreas funcionais de uma organização, nomeadamente financeira, comercial, produtiva, de aprovisionamentos, de recursos humanos, de qualidade, de manutenção, etc. Por outro lado, sendo um sistema de gestão de âmbito global, deverá integrar igualmente todos os níveis de planejamento tradicionais, nomeadamente, o estratégico, o tático e o operacional.

Contudo, a necessidade de metodologias de planejamento e escalonamento mais poderosas, respectivamente nos níveis tático e operacional, conduziram recentemente ao aparecimento de novos sistemas de informação, referidos na literatura como sistemas avançados de planejamento (APS – *Advanced Planning Systems*) (HESS, 1998; DULLIN, 1998) que procuram colmatar as limitações que os ERP herdaram dos MRP-II tradicionais. Os sistemas APS são geralmente orientados a áreas específicas, procurando explorar a estrutura do problema que procuram resolver, e recorrem a técnicas avançadas de otimização, nomeadamente: programação linear, algoritmos evolutivos, programação por restrições e meta-heurísticas. Estes sistemas são muitas vezes usados conjuntamente com modelos de simulação (LYBRAND & LOGIPLAN, 1998).

Constata-se assim que os novos paradigmas organizacionais, atrás caracterizados, colocam

novas exigências de gestão que não foram até a data, satisfeitas pelos sistemas ERP disponíveis comercialmente. Esta constatação despoletou um promissor nicho de mercado na área das metodologias e abordagens informáticas para a gestão, otimização e coordenação da cadeia de fornecimento. É neste contexto que surgem mais recentemente, os sistemas empresariais SCM (*Supply-Chain Management*). Estes sistemas de informação suportam, de forma integrada, a coordenação e a otimização de toda a cadeia logística. Numa fase de execução, apóiam a tomada de decisões em cenários de desregulação de um determinado nó da cadeia de fornecimento.

Ao nível do planejamento, são considerados três níveis distintos:

- *Configuração da estrutura da cadeia de fornecimento* – compreende a modelação da estrutura produtiva e logística, tendo um âmbito de longo prazo (tem, naturalmente, um carácter estratégico).
- *Planejamento da cadeia de fornecimento* – compreende o planejamento da procura, do nível de estoques, dos transportes e dos níveis de ATP.
- *Execução e controle* – nível operacional envolvendo a execução das ordens de produção nas unidades produtivas, ordens de transporte, etc.

Assim, em primeira instância, os sistemas SCM podem ser vistos como otimizadores multiempresa, ao nível do planejamento das atividades de produção e distribuição, e com controle e monitorização do fluxo de produtos em toda a cadeia de fornecimento. A sua funcionalidade mais importante é talvez a definição dos níveis de produção de cada empresa nos vários estágios do processo de fabrico, entrando em linha de conta com custos de produção, transporte e armazenamento estendidos a toda a cadeia de fornecimento.

Note-se que os fornecedores tradicionais de sistemas ERP, num esforço contínuo para ganharem a quota de mercado que as soluções APS e SCM procuram ocupar, anunciam constantemente novas funcionalidades para os

seus produtos, nomeadamente ao nível da otimização da cadeia de fornecimento, ao nível da negociação/aceitação de encomendas e também ao nível do planeamento fabril.

Contudo, o ênfase dos ERP tem sido posto na empresa/organização no seu todo, mas numa perspectiva que se poderia considerar como “egocêntrica”. Os sistemas SCM, por seu lado, estão mais orientados à gestão e coordenação do contexto em que a organização se insere, resultando por isso funcionalidades que são complementares das anteriores.

Da “fusão” dos três tipos de sistemas ou, em primeira instância, da estreita cooperação entre eles, resultaria um sistema de informação de elevado desempenho e de âmbito intra e interempresarial. Esta aglutinação de funcionalidades em torno dos ERP tem sido, ao nível de mercado, prosseguida com duas estratégias diferentes: aquisição por parte dos grandes fornecedores de sistemas ERP de empresas terceiras, com produtos nas áreas SCM e APS; ou desenvolvimento próprio de novos módulos ou reestruturação de outros já existentes, por forma a conseguir maior desempenho e novas funcionalidades.

Deve referir-se que a tendência de aglutinação de funcionalidades abrange todos os níveis de planejamento, desde a cadeia de fornecimento à linha produtiva numa unidade fabril. Contudo a especificidade de algumas áreas industriais “obriga” a que sejam necessários módulos externos ou mesmo a ligação a sistemas “legados”, pelo que, simultaneamente, têm os ERP sido enriquecidos com interfaces que permitem a cooperação *on-line* entre produtos diferentes.

Assim, cada vez mais se assiste ao enriquecimento dos sistemas empresariais pela adição de novas funcionalidades. Contudo, este aumento constante das funcionalidades origina, ao mesmo tempo, novas dificuldades de implementação, resultando num esforço crescente de configuração do sistema de informação. Como resposta a esta constatação, os fornecedores de soluções ERP têm definido

metodologias de implementação (envolvendo a análise e redesenho dos processos) e apoiadas por modelos de referência de processos de negócio. Além disso, disponibilizam versões pré-configuradas e simultaneamente “enriquecidas” dos seus sistemas, para segmentos específicos (por exemplo, indústria automóvel, indústria química, etc).

3.1 O Mercado de ERP

O mercado de sistemas ERP tem apresentado nos últimos anos um crescimento significativo. Em 1997, cresceu 20%, representando cerca de 14.4 mil milhões de dólares (fonte IDC – *International Data Corporation*). As expectativas de crescimento continuam ainda muito elevadas, e segundo a AMR (*Advanced Manufacturing Research*), este mercado atingirá aproximadamente 52 mil milhões de dólares, em 2002.

Por outro lado, as alianças estratégicas de alguns fornecedores com as principais empresas de consultoria internacionais têm assegurado, a um reduzido número de fornecedores de soluções ERP, uma significativa quota de mercado. Em 1998, os principais fornecedores de soluções ERP incluíam a SAP (Alemanha), PeopleSoft (EUA), Baan (Holanda), J. D. Edwards (EUA) e Oracle (EUA), representando, por si só, 64% do mercado total. Outros fornecedores importantes incluem a Intenia International (Suécia), a JBA (Reino Unido) e a System Software Associates (EUA). O líder de mercado é a SAP com uma quota superior a 35% e superior ao conjunto dos cinco concorrentes mais diretos (fonte IDC).

3.2 O Mercado de SCM

Segundo a AMR, o mercado de soluções para a gestão da cadeia de fornecimento atingirá 13.6 milhões de dólares em 2002, com um crescimento anual de 50%. Este mercado encontra-se segmentado em dois níveis principais: planeamento (*supply-chain planning*) e execução (*supply-chain execution*). Se atualmente existe,

ao nível do segmento de execução, grande fragmentação entre as quotas de mercado dos fornecedores, ao nível do segmento de planeamento, este é dominado por dois fornecedores: I2 Technologies e Manugistics. Outros fornecedores significativos de soluções SCM incluem a RedPepper, Paragon, Chesapeake e a SynQuest.

Os produtos SCM encontram-se geralmente organizados segundo um conjunto de componentes, compreendendo as seguintes áreas:

- Gestão e negociação de encomendas;
- Planeamento da procura;
- Planeamento e monitorização da produção;
- Planeamento e gestão dos transportes;
- Gestão da informação.

As arquiteturas destes produtos procuram naturalmente maximizar o desempenho computacional e a eficiência, com soluções que passam, por exemplo, por forçar que os algoritmos de planeamento e otimização residam permanentemente em memória, procurando assim minimizar as transações decorrentes de acessos a informação residente na base de dados.

Porque ainda se trata de um mercado recente e por explorar, espera-se que nos próximos anos se venha a assistir a um significativo desenvolvimento das soluções SCM, nomeadamente ao nível de componentes para planeamento reativo e em tempo-real, assim como para a implementação de mecanismos avançados e autônomos de negociação. Por outro lado, irá seguramente observar-se um abandono progressivo dos sistemas de gestão de informação centralizados, que irão ser substituídos por sistemas distribuídos.

3.3 Tendências de Evolução

Atualmente, o desenvolvimento dos sistemas de informação empresariais encontra-se claramente direcionado para os processos logísticos e gestão da cadeia de fornecimento e para os processos de negócio, com uma particular ênfase na orientação ao cliente. Da análise dos principais produtos comerciais, identificam-se neste momento variadas tendências de desenvolvimento que se referem em seguida.

A adoção da Internet

Integração com a Internet, nomeadamente para os processos de entrada e seguimento de encomendas, divulgação de informação técnica de produtos, troca de informação, etc.

Apoio à negociação de encomendas

Ferramentas de apoio à tomada de decisões em tempo útil, nomeadamente, mecanismos de negociação de encomendas pela análise em “tempo-real” da capacidade dos recursos críticos. Procura-se, com esta funcionalidade, ultrapassar a limitação habitual dos sistemas de planeamento da produção, quanto ao fato de considerarem fixos os tempos de produção.

Configuradores de produto

Como resultado da cada vez mais freqüente interação com o cliente e da conseqüente personalização dos produtos encomendados, os fornecedores de ERP apostam fortemente no desenvolvimento dos denominados *configuradores de produto*, procurando assim quebrar a rígida estrutura de dados geralmente associada aos sistemas tradicionais de gestão de produção (por exemplo, o *Bill-of-Materials* do MRP-II).

A evolução para a tecnologia dos componentes

A evolução progressiva para uma economia global e a conseqüente emergência de novas formas de transação entre os participantes de um negócio (como, por exemplo, o advento do comércio eletrônico), tem conduzido a novas arquiteturas tecnológicas para os sistemas de informação empresariais. Tal evolução passa nomeadamente pela adoção da *tecnologia orientada a objetos* e mais recentemente pela adoção de *tecnologia baseada em componentes*, com o recurso a infra-estruturas distribuídas baseadas em CORBA, DCOM e JAVA. Assiste-se, assim, a uma rápida transição das arquiteturas eminentemente monolíticas para arquiteturas baseadas em componentes (MAUTH, 1998).

Uma arquitetura baseada em componentes permite “construir”, à medida do problema, novos módulos funcionais, a partir de macro-

objetos (componentes) que, suportados por uma infra-estrutura tecnológica distribuída, permitem uma adequação natural do sistema de informação à dispersão geográfica do próprio problema.

Para além de facilitar grandemente os processos de configuração e de inclusão de novas funcionalidades, a adoção da tecnologia de componentes, associada à definição de interfaces *standard*, possibilita a cooperação estreita com aplicações/módulos externos à própria solução. Tal permite a coexistência, no mesmo sistema de informação, de componentes provenientes de diferentes fornecedores e possibilita, em cada caso, a combinação dos que melhor se adequam ao problema em questão.

4. Requisitos para os Sistemas de Informação

É hoje crescente a necessidade de dispor de ferramentas para apoiar paradigmas organizacionais com elevados requisitos de flexibilidade, de cooperação e de coordenação, em detrimento de soluções informáticas orientadas às áreas funcionais da empresa. Por outro lado, constata-se que os sistemas de informação empresariais tradicionais são, na generalidade dos casos, rígidos, monolíticos, centralizados, fechados, dependentes de tecnologia “proprietária” e baseados em metodologias, tais como o MRP II no planeamento da produção, desatualizadas e desadequadas às novas realidades.

Parece também ser claro que as soluções avançadas dos sistemas SCM disponíveis comercialmente ainda não suportam adequadamente as exigências colocadas pela *Empresa Virtual*, quer ao nível funcional, quer ao nível da infra-estrutura tecnológica.

No âmbito do projeto europeu X-CITTIC (ESPRIT EP20544 – 1996/1998), identificaram-se para o domínio da indústria dos semicondutores, de uma forma clara, um conjunto de requisitos base para os “novos” sistemas de informação empresariais. As empresas de semicondutores, no caso geral, estando inseridas em mercados de produção globais, envolvendo diversas unidades de produção, de logística, de armazenamento e

de serviços, distribuídas por diferentes países, assim como recorrem permanentemente a entidades externas em regime de subcontratação e *outsourcing* podem ser conceitualizadas como Empresas Virtuais, pelo que os requisitos identificados constituem naturalmente um subconjunto dos requisitos gerais da *Empresa Virtual*. Refira-se que, neste contexto, o ênfase foi sempre colocado nas atividades relacionadas com a produção. Assim, como requisitos fundamentais foram identificados os seguintes (BILLINGS & STURM, 1996; FREDERIX, 1996):

Cooperação

É necessário estabelecer um quadro de cooperação entre entidades, que permita a negociação, o estabelecimento de regras de negócio, etc.

Coordenação

Deve ser possível: “balancear” a capacidade global; minimizar o inventário ao longo de toda a cadeia de fornecimento; comprimir os tempos de resposta e o tempo total de processo.

Aceitação/Negociação de encomendas

São necessários mecanismos que permitam: determinar, com fiabilidade, datas de entrega; responder rapidamente aos clientes, através de procedimentos expeditos para avaliação dos seus pedidos; renegociar encomendas; interagir com os clientes; gerar avisos no caso de potenciais atrasos.

Planejamento e controle da produção

As capacidades “reais” (envolvendo toda a rede de unidades produtoras) devem ser avaliadas de uma forma fiável e eficiente; deve ser possível analisar o efeito na capacidade do “*mix*” de produtos; o planejamento deve ser otimizado para toda a cadeia de fornecimento, com a finalidade de se conseguir reduzir o WIP, reduzir o *lead-time* e de aumentar a taxa de utilização; análises “*what-if*” e de cenários alternativos devem ser possíveis a nível de toda a rede.

Monitorização

São necessárias formas de seguimento da execução de encomendas, ao longo de toda a

cadeia de fornecimento; são necessários mecanismos inteligentes de pré-avisos de ruptura ou não cumprimento de datas.

A confrontação, segundo uma perspectiva “funcionalista”, dos requisitos apresentados, com as funcionalidades dos sistemas de informação empresariais, no mercado, permite inferir que atualmente estes últimos não se adequam ou não apóiam adequadamente a gestão da *Empresa Virtual*.

Assim, considerando a autonomia de cada entidade na *Empresa Virtual*, por forma a suportar a sua acentuada distribuição e heterogeneidade e por forma a suportar mecanismos de negociação, cooperação e coordenação, propõem-se os seguintes requisitos para os sistemas de informação para empresas virtuais (AZEVEDO & TOSCANO, 1999):

- suporte à cooperação e à coordenação, a uma escala mundial (distribuição), quer em atividades de desenvolvimento, quer em atividades de planeamento colaborativo das atividades de produção;
- mecanismos eficientes de atualização, partilha e distribuição de informação em tempo-real, a todas as entidades envolvidas;
- suporte à escalabilidade – o sistema de informação deve estar apto a integrar novos componentes ou novos “objetos de negócio”, sem afetar os outros componentes já existentes no sistema;
- o sistema de informação deve ser flexível e aberto, de tal modo que suporte a dinâmica de reconfiguração e reorganização da *Empresa Virtual*;
- facilidade de configuração e de arranque;
- funcionamento em tempo-real;
- utilização de tecnologia *standard* e evolutiva;
- arquitetura distribuída e baseada na tecnologia de objetos, por forma a permitir a distribuição de informação e de aplicações/funcionalidades;
- adequação a processos de negócio temporários;
- adequação a diferentes modelos de informação;

- suporte à tecnologia de componentes distribuídos (como, por exemplo, componentes para planejamento distribuído e baseado em negociação);
- adequação a um ambiente heterogêneo – a cooperação com entidades independentes e autônomas pressupõe a existência de diferentes sistemas de informação (diferentes aplicações e sistemas “legados”) e diferentes infraestruturas tecnológicas (sistemas operativos e sistemas de comunicação);
- elevado nível de segurança no acesso à informação.

Ao nível dos processos de planejamento da produção, um ambiente que seja distribuído quer geograficamente quer em termos de controle (redes de produção), impõe um conjunto de requisitos à avaliação da capacidade, geralmente não contemplados pelos sistemas tradicionais.

Por um lado, ao nível global e tático, é necessário um mecanismo que assegure respostas fiáveis e atempadas aos pedidos dos clientes. Além disso, procura-se, a este nível, a otimização do fluxo produtivo e a coordenação das unidades envolvidas.

Por outro lado, e ao nível local, são necessários modelos de capacidades precisos e fiáveis, já que os compromissos com os clientes, estabelecidos ao nível global, são baseados nos resultados destes modelos. Além disso, a interdependência entre os diferentes nós da rede de produção requer que os planos locais apresentem um grau de precisão elevado, sob pena de comprometerem as decisões, quer a montante quer a jusante.

Um outro requisito, determinante no desenvolvimento destes modelos de capacidades, está associado à sua eficiência computacional. Deve-se naturalmente procurar um compromisso entre a qualidade das soluções e o tempo de execução dos algoritmos, que tenha em conta as exigências do processo de planejamento, em termos de tempo de resposta.

Outra característica não menos importante é a atualização dinâmica do próprio modelo. Isto é, o modelo deve ser dinâmico, no sentido de que

os seus parâmetros possam ser modificados como consequência da ocorrência de alterações, quer dos recursos disponíveis (falhas de equipamento, etc), quer das condições atuais de fabrico, nomeadamente ‘mix’ de produtos, nível de WIP, dependência do *lead-time* e do WIP com o grau de utilização do equipamento, etc.

Numa perspectiva essencialmente de produção, as tecnologias de informação devem permitir aos decisores gerir dinamicamente as capacidades dos diferentes intervenientes, apoiando, por um lado, todo o processo de negociação e aceitação de encomendas e por outro, o planejamento das unidades produtivas.

Existe portanto, ao nível do planejamento, uma forte necessidade de dispor de soluções que, de forma eficiente produzam planos realistas, e estejam adaptadas às novas características do mercado e das estruturas produtivas. Particularmente importantes são os instrumentos que possibilitem, de forma eficiente e em *tempo-real*, apoiar todo o processo de negociação e aceitação de encomendas. O planejamento e avaliação da capacidade produtiva, à escala de toda a cadeia de fornecimento, revela-se igualmente um instrumento decisivo para o sucesso da *Empresa Virtual*.

Os mecanismos de negociação e, num âmbito mais estrito, o planejamento colaborativo em *tempo-real*, a coordenação necessária entre entidades independentes e a disponibilização e gestão de informação global, constituem, na nossa opinião, pilares fundamentais para as funcionalidades que os sistemas de informação de apoio às novas estruturas organizacionais devem suportar. Igualmente importantes serão os aspectos de configuração e reconfiguração (da rede de empresas) e, em particular, a forma como serão conceitualizadas e modeladas, nos sistemas de informação, as entidades que compõem as organizações.

5. Conclusões

Avantagem competitiva das empresas passa, cada vez mais, pelo desenvolvimento de

novas estruturas organizacionais e novas metodologias de gestão e planejamento, apoiadas fortemente por tecnologias de informação e de comunicação.

A emergência da *Empresa Virtual*, como novo paradigma organizacional, impõe um conjunto de requisitos ao nível funcional e de infra-estrutura tecnológica, ainda não cabalmente suportados pelas soluções disponíveis comercialmente, nomeadamente, pelos sistemas de informação empresarial do tipo ERP e SCM.

Assim, existe, ao nível das metodologias de planejamento, uma enorme necessidade de dispor de soluções que, de forma eficiente, produzam planos realistas, e estejam adaptadas às novas características do mercado e das estruturas

produtivas. Particularmente importantes são os instrumentos que possibilitem, de forma eficiente e em tempo-real, apoiar todo o processo de negociação e aceitação de encomendas (*order promising*). O planejamento e a avaliação da capacidade produtiva, à escala de toda a cadeia de fornecimento, revela-se igualmente um instrumento de gestão decisivo para o sucesso da *Empresa Virtual*.

Por outro lado, os aspectos de configuração e reconfiguração e, em particular, a forma como serão conceitualizadas e modeladas nos sistemas de informação, as entidades que compõem a *Empresa Virtual*, serão seguramente no futuro, pela atual falta de soluções satisfatórias, áreas de forte investigação e desenvolvimento.

Referências Bibliográficas

- AZEVEDO, A.L. & SOUSA, J.P.:** “On the Design of an Order Promise System for Virtual Enterprises.” *MCPL’97 – Conference on Management and Control of Production and Logistics*, Campinas – SP, Brazil, 71-76, 1997.
- AZEVEDO, A.L. & SOUSA, J.P.:** “A Component-based Approach to Support Order Planning In a Distributed Manufacturing Enterprise.” *CAPE’99 – The 15th International Conference on Computer-Aided Production Engineering*, University of Durham, 1999.
- AZEVEDO, A.L. & TOSCANO, C.:** “An Information System for Distributed Manufacturing Enterprises.” *CEIS 99 – First International Conference On Enterprise Information Systems*, Setúbal, Portugal, 15-22, 1999.
- BILLINGS, M. & STURM, J.:** “Requirements Specification for X-CITTIC Phase I.” *X-CITTIC Deliverable 1.4 – Esprit Project 20544*, TEMIC, 1996.
- CAMARINHA-MATOS, L.M. & AFSARMANESH, H.:** “Virtual Enterprises: Life cycle supporting tools and technologies.” In: GUTIÉRREZ, A.M.; SÁNCHEZ, J.M. & KUSIAK, A. (eds.): *Handbook of Life Cycle Engineering: Concepts, Tools and Techniques*, Chapman & Hall, 1998.
- CAMARINHA-MATOS, L.M.; AFSARMANESH, H.; GARITA, C. & LIMA, C.:** “Towards an Architecture for Virtual Enterprises.” *2nd World Congress on Intelligent Manufacturing Processes & Systems*, Budapest, 1997a.
- CAMARINHA-MATOS, L.M.; LIMA, C. & OSORIO, L.:** “The PRODNET platform for production planning and management in virtual enterprises.” *ICE’97 – International Conference On Concurrent Enterprising*, Nottingham, UK, 1997b.
- DAVIDOW, W.H. & MALONE, M.S.:** *The Virtual Corporation: Structuring and Revitalizing The Corporation for 21st Century*, Harper Business, New York, 1992.
- DULLIN, E.:** “Powering the Supply-Chain with Enterprise and Plantic-Centric Scheduling.” *APICS – The Performance Advantage*, 1998.
- FREDERIX, F.:** “Definition of the Problem.” *X-CITTIC WPI-Task 1.1 – Esprit Project 20544*, Alcatel-Mietec, 1996.
- GINDY, N.N.Z.:** “Responsive manufacturing in UK Aerospace Industry.” *CAPE’99 – The 15th International Conference on Computer-Aided Production Engineering*, University of Durham, 557-565, 1999.

- HESS, U.:** "The Care and Feeding of Real-Time Advanced Planning and Scheduling." *APICS – The Performance Advantage*, 1998.
- JAGDEV, H.S. & BROWNE, J.:** "The extended enterprise – a context for manufacturing." *Production Planning & Control*, 9(3), 216-229, 1998.
- KATZY, B.:** "The Virtual Enterprise." In: GUTIÉRREZ, A.M.; SÁNCHEZ, J.M. & KUSIAK, A. (eds.): *Handbook of Life Cycle Engineering: Concepts, Tools and Techniques*, Chapman & Hall, 1998.
- LYBRAND, C. & LOGIPLAN:** "Standard Software for Industry & Commerce." *Coopers & Lybrand – Logiplan*, 1998.
- MARSH, K. & MOULDING, R.:** "Enterprise Resource Planning – Myth or Magic?", *JBA*, 1997.
- MAUTH, R.:** "Mission-Critical Components." *Byte*, 1998.
- NAGEL, R. & DOVE, R.:** "21st Century Manufacturing Enterprise Strategy." *Iacocca Institute*, Lehigh University, 1991.
- NIIP:** "The NIIP Reference Architecture: Concepts and Guidelines", <<http://www.niip.org>>, 1995.
- ROLSTADAS, A.:** "Editorial – Virtual and extended enterprise definition." *Production Planning & Control*, 9(3), 215, 1998.
- SHARP, J.A. & BEACH, R.:** "Towards Globalisation and the Virtual Enterprise." *PROLAMAT'98 – IFIP WG5.2/5.3 International Conference*, Trento, Italy, 1998.
- THARUMARAJAH, A.; WELLS, A.J. & NEMES, L.:** "Comparison of the bionic, fractal and holonic manufacturing system concepts." *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 9(3), 217-226, 1996.
- WESTKAMPER, E.:** "Manufacturing in Networks – Competitive Advantages for Virtual Enterprises." *PROLAMAT'98 – IFIP WG5.2/5.3 International Conference*, Trento, Italy, 1998.
- ZIMMERMANN, F.O.:** "Structural and Managerial Aspects of Virtual Enterprises.", <<http://www.teco.uni-karlsruhe.de/IT-VISION/vu-e-teco.htm>>, 1988.

THE EMERGENCY OF VIRTUAL ENTERPRISE AND THE REQUIREMENTS FOR INFORMATION SYSTEMS

Abstract

Globalisation together with technological advances have dramatically changed the process of value creation at the end of this century. Nowadays, more and more companies are being organised as networks of different units and are therefore becoming global businesses covering multiple manufacturing sites consisting of different shop floors, subcontractors and suppliers. The concept of Virtual Enterprise was born in this environment. The aim of this paper is to present the Virtual Enterprise as a new organisational paradigm and to explore the tight relationship with the information and communication technologies. Our research has shown that traditional enterprise information systems do not suitably cope with some of the new demanding requirements of a distributed and heterogeneous manufacturing environment. In this context, this paper presents a set of requirements that supports this new organisational paradigm.

Key words: virtual enterprise, network manufacturing, globalisation, ERP, SCM.