

**METODOLOGIA PARA CONSTITUIÇÃO DE
PARCERIA ENTRE EMPRESAS**

A METHODOLOGY FOR BUSINESS PARTNERSHIP DEVELOPMENT

Marcus Fabius Henriques de Carvalho

Professor

UNIP – Universidade Paulista

Programa de Mestrado em Administração

Rua José Cantusio, 500 Cidade Universitária – Campinas – CEP 13 084-160

Fone (19) 3289 3931 (res); (19) 3746 6131 (com)

e-mail marcius.carvalho@terra.com.br - marcius.carvalho@cenpra.gov.br

Elder de Oliveira Rodrigues

Doutorando em Engenharia Mecânica

UNICAMP

Endereço: Rua Varsóvia, 90 - Grã Duquesa, Governador Valadares – MG, CEP: 35057-700

Fone: (33) 3276 3185

e-mail: elderr2005@yahoo.com.br

José Celso Contador

Professor

UNINOVE – Centro Universitário Nove de Julho

Programa de Mestrado em Administração

Rua Abílio Soares, nº. 942, apto. 21 - Paraíso - São Paulo - CEP 04005-003

Fonefax (11) 3889 0639

e-mail celsocoutador@terra.com.br

Resumo. O ambiente competitivo atual leva as empresas a optarem por uma competência central e por se associarem, em parceria, a outras empresas para aproveitar uma oportunidade de mercado. Essa associação torna-se cada vez mais dinâmica à medida que o ciclo do produto se encurta. Este artigo propõe a expansão dos métodos de Tecnologia de Grupo às aplicações que tratam do projeto de parceria entre empresas. Considera, numa primeira fase, a similaridade entre as atividades necessárias à execução de um produto e gera um dendrograma que auxilia o gestor definir a configuração da montagem do produto, e, numa segunda fase, sugere a utilização da distância Euclidiana entre a empresa candidata e a empresa ideal como elemento de escolha de parceira, tendo como critério quanto uma empresa é semelhante à outra nas ações que desenvolve para a competitividade. Uma aplicação mostra a utilidade da metodologia sugerida. Os resultados mostram ser promissora a utilização da grande experiência hoje existente na definição de células de manufatura para a escolha das empresas que venham a compor uma parceira em um sistema de produção multiempresas.

Palavras-chave: Parceria entre empresas. Sistemas de manufatura. Consórcio modular. Teoria de similaridade. Estratégia competitiva.

Abstract: Current competitive environments lead companies to choose one core competence and to develop partnerships to take advantage of market opportunities. This type of association becomes more and more dynamic as product cycles shrink. This paper proposes to extend the Group Technology methods to the development of business partnerships. The first step is to consider the similarity among activities necessary to the product manufacturing, and to generate a dendrogram to help managers define the product assembly configuration. The second step is to suggest the use of Euclidian distance between the candidate company and the ideal company as a tool for the choice of partnership, taking as a standard the similarity between the two companies in the actions developed to achieve competitiveness. An application of the suggested methodology shows its usefulness and underscores the promising results of the utilization of today's vast experience in the definition of manufacturing cells for the choice of companies for partnership, so as to build a production system involving several companies.

Key-words: Business partnerships. Manufacturing systems. Modular assembly. Theory of similarity. Competitive strategy.

1. INTRODUÇÃO

Forças competitivas impulsionam mudanças e reestruturações de redes produtivas que, sejam de natureza tecnológica ou organizacional, estão sempre à busca de resposta rápida às aspirações do cliente e da eficiência interna de uma empresa. Hoje, atender às aspirações do consumidor exige flexibilidade de produto e produção em pequenos lotes. Para alcançar esses dois objetivos, por vezes conflitantes, um caminho é a associação entre empresas, por meio de parceria, com o objetivo de aumento da produtividade e, por conseguinte, competitividade. Entretanto, a associação entre empresas não traria melhoria ou não proporcionaria competitividade ao produto final se cada uma, participante desse consórcio produtivo, trabalhasse de maneira independente, perseguindo metas próprias, sem considerar o esforço conjunto. Se até pouco tempo, a introdução de um novo produto era resultado das ações entre departamentos de uma mesma empresa, hoje se deve privilegiar a relação de negócio entre empresas.

Nessa direção, a reestruturação dos sistemas produtivos ganha destaque e recorre, por exemplo, à terceirização, a empresas virtuais e à montagem modular. Produtos estruturados, pela associação de empresas com habilidades complementares para a sua fabricação, tornam-se prática comum em grande parte das indústrias automotiva e eletrônica e surgem como uma forma de dividir, em partes administráveis, a complexidade da produção, ao mesmo tempo adicionando flexibilidade e rapidez à mudança de um produto final. Essa prática, quando associada a um sistema rápido de informação, influencia significativamente a forma de operação dos sistemas produtivos e vem ao encontro da customização em massa, que tem se tornado fator de competitividade dentro da indústria de manufatura. Para atender a essa nova configuração produtiva, a rede de parceria ganha destaque como elemento para alinhar os objetivos do empreendimento conjunto e para apontar os rumos de negócio entre empresas, de tal maneira que haja o tão almejado aumento da competitividade de um produto final.

O objetivo deste artigo é apresentar uma metodologia para projeto de parceria entre empresas empenhadas em atender a uma oportunidade de mercado. Para tanto, a seção seguinte apresenta um breve resumo da Tecnologia de Grupo e da sua extensão ao projeto de parceria entre empresas. Já a seção 3 trata dos fatores motivadores para a criação de redes produtivas. A seção 4 apresenta a metodologia sugerida para a formação de parcerias de empresas visando o atendimento de uma oportunidade de mercado. A seção 5 apresenta uma

aplicação de formação de parcerias entre empresas que possam resultar em consórcios modulares. Finalmente, a seção 6 conclui o trabalho.

2. REDE DE PARCERIAS

Park e Wemmerlov (1994) destacam que o projeto de sistemas de manufatura é uma atividade complexa envolvendo fatores estruturais, operacionais e decisões com múltiplas restrições em objetivos conflitantes. Em uma das etapas de evolução dos sistemas produtivos, surgiu a Tecnologia de Grupo (TG) como uma ferramenta de projeto que poderia conduzir as empresas de manufatura a uma maior eficiência e flexibilidade (VISWANATHAN, 1995).

Um dos enfoques da TG é a utilização da similaridade entre peças como elemento de organização da produção. As similaridades podem existir de maneira natural ou ser criadas durante a fase de projeto do produto e do processo produtivo. Segundo Akturks e Balkose (1996), quando criadas, elas proporcionam racionalização da produção, redução de variedade de produtos (no sentido de melhoria nos tempos de produção), redução dos estoques em processo no chão-de-fábrica e aumento da flexibilidade com relação a produto e a volume, além de possibilitar a produção em pequenos lotes associada às vantagens da produção em massa.

A similaridade entre peças pode ser caracterizada por duas formas: a primeira, por semelhança entre recursos produtivos utilizados (máquinas, armazenagem, transporte) e, a segunda, por semelhança entre as seqüências de atividades (operações). Nota-se, porém, que a maioria das pesquisas da Tecnologia de Grupo tem sido dirigida à semelhança entre recursos produtivos (TAM, 1990).

A análise de similaridade possibilita que peças sejam ser agrupadas em famílias de peças e designadas a um conjunto dedicado de máquinas e ferramentas (BURBIDGE, 1963). O conjunto de máquinas que processa famílias semelhantes é chamado de célula de produção. O resultado da organização dos recursos de produção em células de produção é conhecido como manufatura celular (MC). A manufatura celular apresenta muitos benefícios, entre eles: redução do tempo de *set up*, aumento da taxa de utilização de máquinas e da taxa de produção, diminuição do custo de mão-de-obra e melhor controle do sistema de manufatura.

A tecnologia de grupo tem sido fundamental para o aumento da produtividade dos sistemas de manufatura, sendo que a maioria das aplicações convencionais se baseia em métodos de abordagens matemáticas (SHAFER, 1992), cujo objetivo principal é otimizar um

único ambiente de fabricação (chão-de-fábrica) considerando as restrições específicas desse ambiente.

Contudo, a busca da flexibilidade e a necessidade de estar sempre próximo ao cliente levaram as atividades de produção a serem distribuídas a empresas terceiras, o que acarreta o surgimento de uma rede de empresas. Nesse ambiente, a organização da produção deve ultrapassar as barreiras de uma empresa e ir em busca de parcerias temporárias, que possam assumir eficientemente a produção de uma ou várias atividades de manufatura. Esse conjunto organizado de empresas é chamado empresa virtual (CAMARINHA e AFSARMANESH, 2002).

Outro arranjo produtivo que se destaca é a montagem modular, constituída pela associação de esforços de várias empresas no projeto do produto e no projeto do processo produtivo, para a obtenção de um produto final.

A organização de parceiras entre empresas, com o objetivo de complementaridade de habilidades, torna-se um desafio. Embora o enfoque convencional da TG, utilizado para a configuração celular, não tenha utilização imediata no projeto dessas parcerias, ele pode ser expandido e adaptado ao projeto de configuração e reconfiguração de uma cadeia de suprimento. Abre-se então novo espaço para pesquisa no sentido da sua extensão às redes de parceria. Samatova et al (2001) podem ser citados como os que pesquisam a aplicação de TG às cadeias produtivas.

Expandir os métodos e conceitos consolidados de TG às aplicações em redes de empresas é o objetivo deste artigo, que se inicia pela discussão das diferentes formas de associações para, em seguida, apresentar a metodologia para apoio ao projeto dessas redes.

3. CONFIGURAÇÕES DE REDES PRODUTIVAS

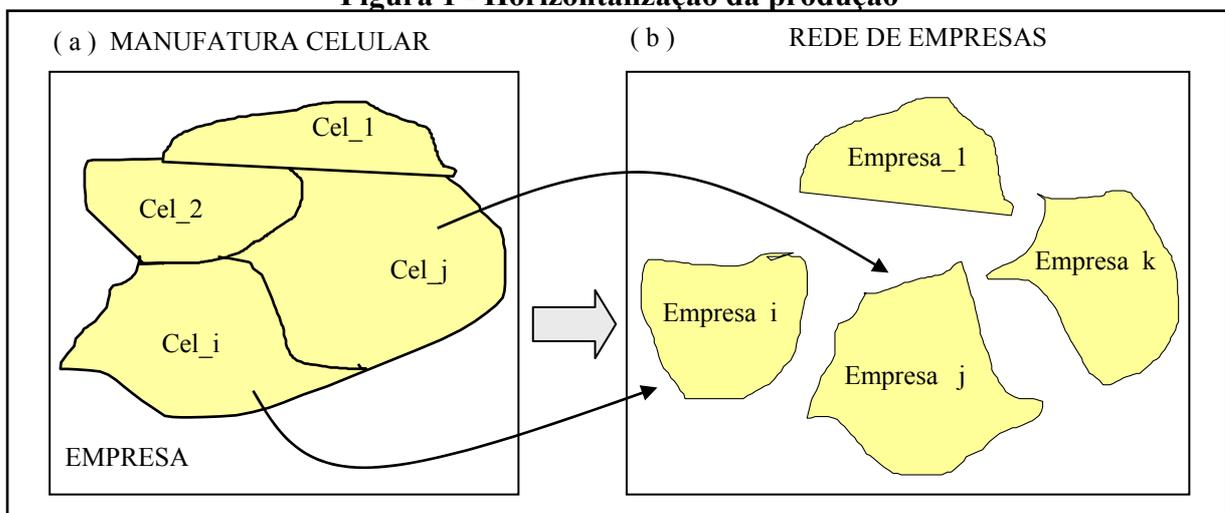
São diversas as motivações que levam à constituição de uma rede produtiva pela parceira entre empresas. Entre elas aparecem: a necessidade de estar perto do mercado consumidor, o aumento na rapidez de atendimento à demanda, a criação de flexibilidade de volume e variedade de produto, o compartilhamento de riscos, entre outras. Esses motivos levam a diferentes estruturas das redes produtivas, entre as quais se destacam: terceirização, empresa virtual e montagem modular, que passam a ser analisadas.

3.1 Terceirização

A primeira forma de parceria vem da terceirização de atividades internas a uma empresa, ou seja, a transferência de atividades realizadas dentro da empresa a uma empresa terceira. No processo de terceirização, surge uma questão estratégica: qual a melhor forma de desmembrar a empresa?

A fabricação celular pode ser considerada como uma cadeia produtiva dentro de uma empresa. E uma cadeia produtiva pode ser considerada como uma extensão celular para além dos limites da empresa, conforme sugerido por Carvalho e Rodrigues (2003). Se a empresa tem produção organizada segundo os conceitos da manufatura celular (MC) e é impulsionada a optar, para acompanhar a dinâmica do mercado, pela horizontalização da produção, ela terá como decisão natural a substituição de cada célula de produção por uma empresa terceira, como mostra a Figura 1. Esta conclusão passa a ser imediata quando se admite, como caminho natural para a terceirização, a subdivisão de uma empresa/fábrica tradicional, com configuração celular, em várias outras empresas, que assumem atividades antes executadas somente por ela.

Figura 1 - Horizontalização da produção



Fonte: Autores

Cada empresa, dentro dessa nova organização de produção, torna-se responsável por uma atividade ou um conjunto de atividades. Atividade é entendida como uma operação ou um conjunto de operações que contribui para a formação do produto final. Exemplos de atividade podem ser: um transporte, uma montagem, uma etapa da fabricação, um conjunto de montagens ou todo o processo de fabricação.

3.2 Empresa virtual

A motivação para a formação de uma Empresa Virtual (EV) é o surgimento de uma oportunidade de mercado. A partir dessa oportunidade, empresas com habilidades complementares se associam em uma aliança temporária, de forma a se complementarem e compartilharem perfis ou competências e recursos, no sentido de responder às oportunidades do mercado consumidor com maior agilidade, flexibilidade de produto e produção a um custo menor (CAMARINHA-MATOS e AFSARMANESH, 1999).

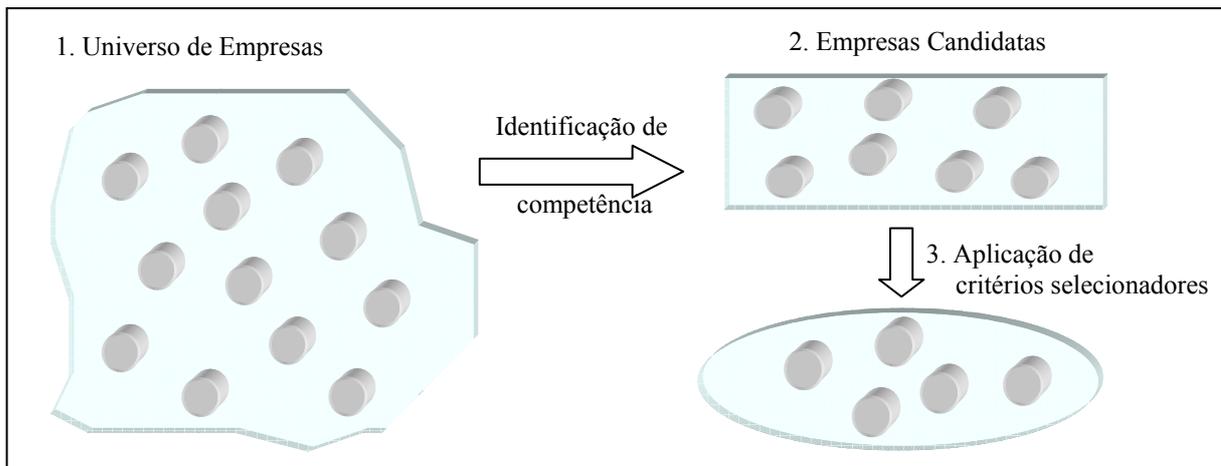
Nesse arranjo produtivo, um produto depende da formação de uma parceria entre empresas que seja evolutiva no tempo com relação à sua configuração, no sentido de introduzir inovação, flexibilidade e rapidez no atendimento às necessidades do cliente. Esse novo cenário dá origem às organizações virtuais.

Assim, empresas virtuais são alianças temporárias de empresas para acompanhar a dinâmica do mercado. Elas possuem um ciclo de vida com quatro estágios: formação, operação, evolução e dissolução. Sua formação inicia quando uma empresa identifica uma oportunidade de mercado e, por questões de negócio ou incapacidade interna, busca parceiros potenciais e negocia com eles a fabricação de um produto. Sua operação procura atender, com flexibilidade, às necessidades do mercado. A evolução é necessária para acompanhar novos requisitos, colocados pelo consumidor, com relação à flexibilidade de volume ou características de produto. Por fim, vem a dissolução, quando esse produto deixa de interessar ao mercado, a parceria é dissolvida, e todos participantes procuram novas oportunidades (WU e SUN, 2002).

A formação de uma EV com dinâmica suficiente para acompanhar as solicitações do mercado requer algumas condições, esquematizadas na Figura 2 e descritas a seguir (CAMARINHA-MATOS e AFSARMANESH, 2002):

- existência de um universo aberto de empresas que queiram ou se sintam incentivadas a participar de um projeto;
- identificação, dentro desse universo, de empresas com infra-estrutura e padrão tecnológico adequados que as qualifiquem como candidatas a participarem de determinado negócio; e
- seleção, entre as candidatas, daquelas que, segundo algum critério, possam participar da configuração final da empresa virtual.

Figura 2 - Formação de empresas virtuais



Fonte: Autores

A fase de identificação (seleção) dos parceiros não se restringe a identificar a empresa, mas também determinar a tarefa (atividade) que ela pode executar na EV. Assim, todas as atividades a serem desenvolvidas (fabricação, montagem, transporte, distribuição, gestão da informação, etc.) para a realização do produto final devem ser consideradas. Escolher uma empresa para parceria em uma EV significa alocar a ela um conjunto de atividades necessárias ao desenvolvimento do produto final, definir processo e relacionamento.

3.3 Montagem modular

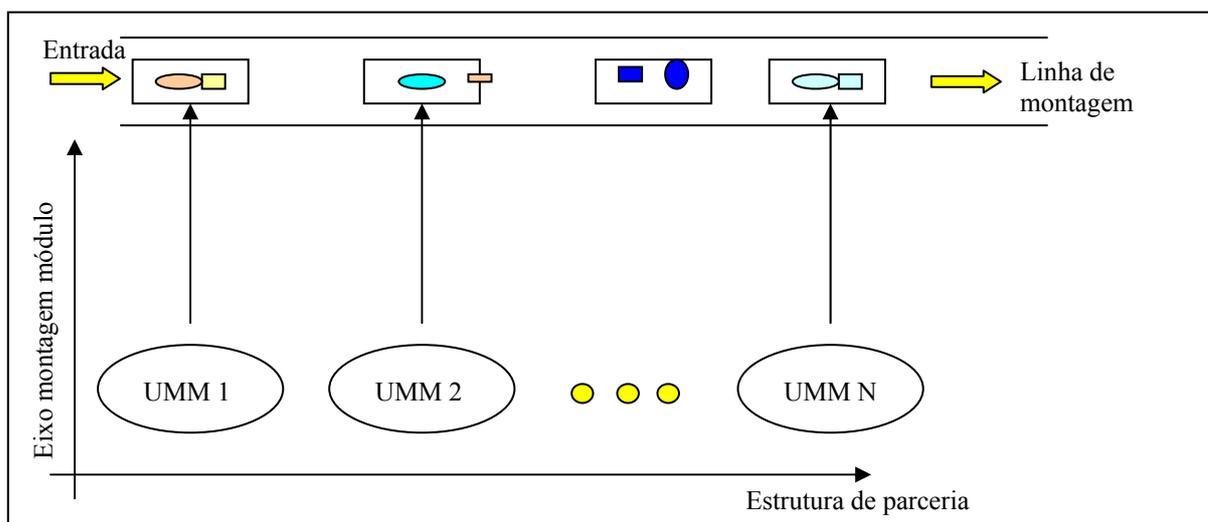
O consumidor tem comportamento incerto, requer rápido atendimento e diversidade de produto. Todos esses requisitos levam à horizontalização da produção. À medida que os sistemas se horizontalizam e distribuem as atividades de produção e decisão entre entidades parceiras, cresce o interesse no projeto para parcerias que venham a atender uma oportunidade de negócio.

Esse projeto deve considerar dois principais pontos: o projeto de uma Unidade de Montagem Modular (UMM) e a estrutura de parceria. A UMM é descrita por suas atividades internas, ao passo que a estrutura de parceria define como as unidades de montagem modular estão organizadas para a agregação dos módulos em um produto final.

O sistema de produção modular procura priorizar a diferenciação do produto final e a rapidez da montagem, apoiando-se em Unidades de Montagens Modulares. Por esse enfoque de produção, cada módulo deve ser montado e entregue na sequência coordenada pela linha de montagem, dentro de uma restrição de tempo muito estreita. Dadas essas condições, uma Unidade de Montagem de Módulos deve executar operações básicas de montagem e não de manufatura e deve estar localizada o mais próximo possível da planta montadora do produto final, a fim de evitar tempos longos de processamento e transporte e garantir maior rapidez e confiabilidade ao processo.

A Figura 3 mostra dois eixos de montagens. O eixo horizontal, onde se encontra a linha de montagem principal, e o eixo vertical, com as linhas de montagem de módulos, (FREDRIKSSON, 2002). Como conclusão, embora as UMMs sejam desacopladas, podendo pertencer a empresas distintas, elas devem trabalhar integradas e coordenadas pela linha de montagem principal, como se fossem células de produção dentro da empresa montadora.

Figura 3 - Montagem modular



Fonte: Autores

A eficiência com que essas atividades são realizadas e repartidas entre as empresas envolvidas é essencial para o desempenho de uma UMM. Por exemplo, o custo por

componente, e por conseguinte o do módulo, decresce se o fornecedor do componente pode aplicar economia de escala ou especialização.

Existem duas atividades principais de projeto na montagem modular. A primeira está relacionada à construção de um módulo: Qual a melhor forma de agrupar as atividades para dar flexibilidade de produto e rapidez adequada ao atendimento do cliente? A segunda é: Como selecionar parceiros para participar desse consórcio? E quais critérios utilizar: distância física, visibilidade da informação, flexibilidade, qualidade etc.?

3.4 Quantidade de empresas participantes de uma rede

Especial atenção deve ser dedicada à determinação da quantidade de empresas participantes, uma vez que a formação de uma EV com grande número de empresas pode tornar o empreendimento demasiadamente complexo. Contudo, um número muito pequeno pode quebrar a flexibilidade em volume e variedade de produtos, com resultado negativo na velocidade do sistema em adaptar-se às necessidades de um mercado globalizado, condição fundamental para a competitividade da cadeia produtiva. A decisão sobre o número de empresas participantes da EV é estratégica e deve ser gerenciada pela empresa que exerce a governança da rede (BARNEY, 1999 e HUNPHREY, SCHMITZ, 2003), com o auxílio de ferramentas de apoio ao projeto de redes de parceria, como proposto a seguir.

4. METODOLOGIA

4.1 Passos da metodologia

Os três enfoques para formação de configurações de produção acima estudados (terceirização, empresa virtual e montagem modular) motivam o desenvolvimento de uma metodologia para apoio ao projeto de parceria que pretende, ao final, determinar um conjunto de empresas para aproveitar, competitivamente, uma oportunidade de mercado.

A metodologia é composta de quatro principais passos:

- Identificação das atividades de produção e de serviço necessárias para o aproveitamento da oportunidade, a partir do que se inicia o projeto de parceria;
- Identificação de similaridades entre componentes segundo suas atividades de produção e de serviço necessárias para a entrega do produto ao consumidor;

- Proposta de agrupamento, segundo critério de similaridade, de atividades em unidades de produção e/ou montagem modular; e
- Escolha de uma empresa, entre as empresas candidatas, para ser responsável pelas unidades de produção e/ou de montagem individualmente, escolha que deve ser feita segundo sua similaridade a uma *empresa padrão*, definida pela empresa gestora do processo de parceria.

O primeiro passo da metodologia é resultado do projeto do produto. No segundo passo, é utilizada a análise de agrupamento, técnica cuja aplicação vem crescendo rapidamente nas áreas conhecidas como análise exploratória de dados em Engenharia e disciplinas científicas tais como Biologia, Psicologia, Medicina, Marketing, Computação Visual e Sensoriamento. A análise de agrupamento procura organizar os “indivíduos” em uma estrutura básica, segundo os dados que os descrevem. Por exemplo, análise de uma população e o agrupamento dos indivíduos segundo suas características de nacionalidade, idade, altura, peso. Na manufatura, essa análise é aplicada para o agrupamento de peças segundo a semelhança entre os recursos produtivos necessários para a sua produção. Outra aplicação é na seleção, entre várias candidatas, de uma empresa que seja mais similar a um padrão de desempenho previamente definido. Na literatura, essa técnica é chamada de aprendizagem não supervisionada de padrões de reconhecimento e inteligência artificial (JAIN e DUBES, 1988).

Segundo Halkidi et al (2001), o processo de agrupamento pode resultar em diferentes partições do conjunto de dados, dependendo dos critérios específicos e dos algoritmos utilizados. Uma medida da proximidade e um critério de agrupamento devem ser escolhidos para serem aplicados ao conjunto de dados. A medida de proximidade especifica quanto duas informações estão próximas de um padrão ou uma da outra e pode assumir o conceito de similaridade ou dissimilaridade. Este trabalho utiliza a medida de similaridade como critério de escolha tanto para o agrupamento de atividades quanto para a determinação da seleção da empresa mais próxima a um padrão. Contudo, o método de cálculo para cada caso será distinto.

4.2 Identificação das atividades de produção e serviço

O processo se inicia com a determinação de todas as atividades necessárias à realização do produto. A Tabela 1 apresenta as atividades necessárias à formação de um produto, a partir de quatro componentes C_{13} , C_{18} , C_{21} e C_{22} . Onde:

$$v_{ik} = \begin{cases} 0, & \text{se do componente "i" não passa pela atividade "k".} \\ 1, & \text{se do componente "i" passa pela atividade "k".} \end{cases}$$

Tabela 1 - Atividades para produção

Componente/Atividade	A ₁	A ₃	A ₄	A ₆	A ₇	A ₈	A ₉	A ₁₀	A ₁₁
C ₁₃	1	0	1	1	0	1	1	0	0
C ₁₈	1	0	0	0	1	0	1	1	1
C ₂₁	1	0	1	1	0	1	0	1	0
C ₂₂	1	1	0	0	1	0	0	1	1

Fonte: Autores

Pela Tabela 1, o componente C₁₃ passa pelas atividades 9, 8, 6 e 4 antes de chegar à montagem final realizada pela atividade 1, presente em todos os componentes. O fato de uma atividade aparecer em todos os componentes pode indicar uma montagem.

4.3 Identificação de similaridade entre componentes segundo suas atividades

No segundo o passo da metodologia, a técnica de similaridade pode ser utilizada para identificar a similaridade dos componentes com relação às atividades de produção, para em seguida sugerir o agrupamento destes em grupos segundo a similaridade entre suas atividades.

Existem vários métodos para a determinação de similaridades a partir da matriz componente/Atividade (SINGH E RAJAMANI, 1996).

Neste trabalho, será utilizado o conceito de similaridade entre atividades para variáveis dicotômicas (BUSSAB et al.,1990), representado por uma tabela de entrada dupla, que estabelece a relação entre dois componentes (componente **m** versus componente **n**), em relação aos quais se pretende medir o grau de similaridade entre as ações necessárias para

formá-los, como especificado na Tabela 2. A posição “a” da Tabela 2 corresponde à situação 1-1 na Tabela 1 e representa o número de ocorrências de atividades que são necessárias aos dois componentes. Como exemplo, essa condição ocorre duas vezes quando comparados os componentes C13 e C18 envolvendo as atividades A1 e A9 respectivamente. A posição “b” corresponde à situação 1-0, ou seja, o número de ocorrências em que as atividades são necessárias ao componente **m** e não necessárias ao componente **n**. A posição “c” corresponde ao complemento da “b”, e por fim a posição “d” corresponde o numero de ocorrências de atividades não necessárias simultaneamente aos dois componentes.

Tabela 2 - Matriz Componente versus Atividade

	Componente n	
Componente	a	b
m	C	d

Fonte: autores

Uma forma de determinar a similaridade entre os componentes **m** e **n** avaliada pelas atividades necessárias para constitui-los é utilizar o coeficiente de Jaccard, definido como:

$$S_{mn} = a / (a + b + c) \quad 0 \leq S \leq 1 \quad \text{Eq.1,}$$

com o numerador indicando o número de atividades realizadas em ambos os componentes, enquanto o denominador indica o número total de atividades necessárias para a produção dos componentes **m** e **n**.

A aplicação do Algoritmo aos dados da Tabela 1 resulta nos coeficientes de similaridade apresentados na Tabela 3. Esses coeficientes sugerem o agrupamento do componente C₁₃ com o componente C₂₁, formando o grupo_1, com similaridade entre estes dois componentes de 0,66. Adotando-se o mesmo procedimento, resulta o grupo_2, formado pelo agrupamento dos componentes C₁₈ e C₂₂, apresentando similaridade igual a 0,66. As atividades 4, 6 e 8, do grupo_1, poderiam ser agrupadas e alocadas a uma empresa, possibilitando a formação de uma unidade de montagem modular. Já para o grupo_2, as atividades 7, 10 e 11 poderiam formar outra unidade de montagem modular, como sugerido pela Figura 4.

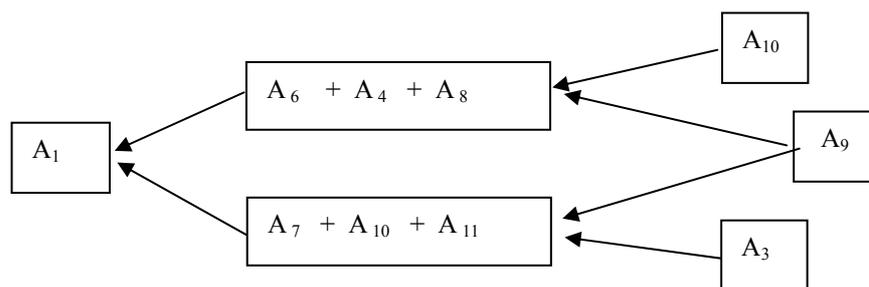
Tabela 3 - Similaridade entre atividades de componentes

	C ₁₃	C ₁₈	C ₂₁	C ₂₂
C ₁₃	0	0,25	0,66	0,11
C ₁₈		0	0,25	0,66
C ₂₁			0	0,25
C ₂₂				0

Fonte: Autores

Essa metodologia pode ser bastante útil no projeto do produto, por possibilitar, por exemplo, uma indicação de melhoria no projeto do produto pela inversão na seqüência de uma atividade. Se a atividade 10, alocada ao grupo 2, viesse ocorrer antes de todas as outras atividades, ela poderia ser externalizada a outra empresa. É também oportuno observar que a atividade 9 é necessária ao componente C₁₃ do grupo_1 e ao componente C₁₈ do grupo_2 e, por um rearranjo do roteiro de produção, poderia ser realizada por fornecedor externo às duas unidades modulares. Embora todo o desenvolvimento acima não tenha considerado a seqüência de operações, esta pode ser facilmente incluída na determinação da similaridade na formação dos componentes (BUSSAB et al.,1990).

Figura 4 Agrupamento das atividades em módulos



Fonte: Autores

4.4 Escolha das empresas para a parceria

Definidos os agrupamentos, deve-se iniciar o passo quatro da metodologia que corresponde à alocação, para cada módulo ou agrupamento, de uma empresa responsável por sua execução, escolhida entre as empresas candidatas segundo maior similaridade com uma “empresa padrão”. Essa empresa padrão é especificada pela empresa gestora do processo de

parceria (a que exerce a governança da rede), de acordo com suas estratégias competitivas estabelecidas para o produto final.

O passo inicial para a especificação da empresa padrão é definir os critérios para avaliação das empresas candidatas. Esses critérios procuram medir o grau de habilidade e a capacidade que as empresas candidatas devem possuir para participarem da parceria. Para esse exemplo, são adotados cinco critérios, a saber:

- confiabilidade de entrega (CE);
- programação da produção (PP);
- disponibilização de informação (DI);
- flexibilidade de volume (FV); e
- estratégia de projeto de produto (EPP).

A Tabela 4 apresenta uma avaliação fictícia do grau desses atributos, em escala variando entre zero e um, de cinco empresas com relação à adequação de cada uma para participar, como parceira, de uma rede produtiva, atuando como fornecedora de componentes ou de um produto modular. Nela, as linhas representam as empresas e as colunas, os critérios escolhidos pela empresa gestora como importantes para o estabelecimento de parceria. Os graus de desempenho podem ser estabelecidos por um processo comparativo entre empresas pertencentes à cadeia concorrente e devem também refletir a estratégia de competitividade estabelecida pela gestora da rede. Por exemplo, para os objetivos estratégicos da empresa gestora da rede é de grande importância que a empresa fornecedora disponibilize sua programação da produção (grau 0,8) e de menor importância que esta tenha flexibilidade de volume (grau 0,6), como especificado pela linha empresa-referência da Tabela 4.

Tabela 4 - Avaliação de empresas para redes de parcerias

	CE	PP	DI	FV	EPP
Empresa_21	0,90	0,50	0,60	0,20	0,40
Empresa_22	0,30	0,80	0,50	0,40	0,40
Empresa_23	0,40	0,50	0,80	0,30	0,60
Empresa_24	0,50	0,30	0,70	0,20	0,80
Referência	0,70	0,80	0,70	0,60	0,60

Fonte: Autores

A partir da análise da Tabela 4, algumas questões podem ser levantadas:

- Quais empresas apresentam maior similaridade em relação a uma referência estabelecida pela empresa gestora da oportunidade de mercado?
- Qual empresa deve ser a escolhida para a parceria?

A teoria de similaridade permite analisar quanto as ações ou os esforços de uma empresa candidata à parceria são semelhantes às ações e os esforços definidos para uma empresa-referência. Existem vários métodos que podem ser empregados para o estabelecimento dessa similaridade (SINGH e RAJAMANI, 1996). Este trabalho sugere o uso da Distância Euclidiana, definida na Equação 2. Pela Distância Euclidiana, será considerada mais adequada para participar da parceria a empresa que estiver a menor distância em relação a um padrão, estabelecido pela gestora das parcerias, chamado de referência.

$$D_e(E_r, E_c) = \sqrt{\sum_{k=1}^{nc} (x_{ik(E_r)} - x_{jk(E_c)})^2} \quad (\text{Eq.2})$$

onde: D_e : Distância entre os objetivos da empresa-referência e as empresas candidata.

E_r : Vetor desempenho da empresa-referência criada pela gestora.

E_c : Vetor desempenho da Empresa-candidata selecionada da pré-qualificação a participar da rede produtiva.

$x_{ik(E_r)}$: Componente k do vetor que define o desempenho da empresa referência.

$x_{jk(E_c)}$: Componente k do vetor que define o desempenho da empresa candidata.

nc : Número de critérios estabelecidos pela empresa gestora.

A escolha do índice para definir a proximidade pode ter influência significativa nos resultados (BUSSAB et al, 1990), aconselhando-se, portanto, uma análise de sensibilidade deste índice.

5. APLICAÇÃO

Há algumas fases envolvidas na definição de uma parceria entre empresas, como descrito acima, que podem conduzir, por exemplo, ao estabelecimento de montagens modulares, encontradas principalmente na indústria automobilística e na eletrônica (FREDRIKSSON, 2002; AENZEN e SHUMWAY (2002)).

5.1 Construção dos módulos

O problema que se coloca é: Conhecida a estrutura de um produto, como organizar sua produção em módulos?

A aplicação considera que as principais atividades envolvidas na produção de um conjunto de itens ou produtos finais são conhecidas, ou pelo menos que há um cenário conhecido e a intenção de estudá-lo para analisar a possível formação modular.

A especificação das atividades (A) associadas ao desenvolvimento de componentes (C) em cada estágio (E) de produção, para um determinado produto final, está mostrada na Tabela 5. Cada linha especifica as atividades a serem executadas em cada estágio de produção, para a formação de um componente. Por exemplo, o componente C_{42} tem seu processamento iniciado pela atividade 9, realizada no estágio 4, indo para o estágio 3, onde se submete à atividade 7. Assim percorre as atividades até ser montado no produto final.

Como resultado dessa representação, cada célula da Tabela 5, combinação de linha com coluna, representa uma atividade à qual um determinado componente deve ser submetido. Por exemplo, o componente C_{13} é submetido, no estágio 2, à atividade A_4 (que pode ser montagem, fabricação, pintura, transporte etc.), enquanto o componente C_{32} é submetido à atividade A_6 no estágio 4. A coluna “produto final” refere-se ao estágio zero, ou seja, produto totalmente acabado. Portanto, todos os componentes convergem para o produto final. Esta tabela pode ser facilmente transformada em uma matriz Componente/Atividade, semelhante à Tabela 1, a partir da qual se pode calcular a “distância” entre os componentes, pela Eq.1.

Uma forma conveniente de apresentar os resultados de distância entre componentes de um produto é o dendrograma, por permitir uma visualização interessante do problema. O resultado, em forma de dendrograma obtido pelo algoritmo Ward (1963), é apresentado na Figura 4, onde aparecem os níveis de similaridade denominados entre o nível 20, com distância (dissimilaridade) igual a zero, entre os componentes C_{22} e C_{23} , passando pelo nível 21 com dissimilaridade de 0,143, entre os componentes C_{32} e C_{31} , até o nível 37, com maior distância (dissimilaridade).

A dissimilaridade do nível 37, correspondente à linha horizontal mais alta do dendrograma, representa a montagem do produto final. A linha horizontal 36 representa a última montagem de um módulo no produto final, enquanto a linha 35 representa a penúltima montagem.

O corte feito na Figura 4 sugere que as operações de montagem 32 e 33 tornem-se módulos que possam ser constituídos em paralelo com as montagens 30 e 34. Segue-se o procedimento até ser realizada a montagem final com o acoplamento dos módulos 35 e 36.

Tabela 5 - Atividades da produção

Componente	Produto Final	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	E ₆	E ₇
C ₁₁	0	A ₆	A ₇	A ₁₀				
C ₁₂	0	A ₆	A ₁₂					
C ₁₃	0	A ₆	A ₄	A ₈	A ₉			
C ₁₄	0	A ₆	A ₁₀	A ₇	A ₈	A ₉		
C ₂₁	0	A ₁₁	A ₁₀					
C ₂₂	0	A ₁₁	A ₇	A ₁₂				
C ₂₃	0	A ₁₁	A ₇	A ₁₂				
C ₂₄	0	A ₁₁	A ₁₂					
C ₂₅	0	A ₁₁	A ₁₀	A ₇	A ₁₂			
C ₂₆	0	A ₁₁	A ₇	A ₁₀				
C ₃₁	0	A ₃	A ₅	A ₆	A ₄	A ₈	A ₉	
C ₃₂	0	A ₃	A ₅	A ₂	A ₆	A ₄	A ₈	A ₉
C ₃₃	0	A ₃	A ₆	A ₄	A ₈			
C ₄₁	0	A ₁	A ₆	A ₁₀	A ₇	A ₉		
C ₄₂	0	A ₁	A ₄	A ₇	A ₉			

C ₄₃	0	A ₁	A ₂	A ₆	A ₄	A ₈	A ₇
C ₄₄	0	A ₁	A ₂	A ₄	A ₇	A ₈	A ₉
C ₄₅	0	A ₁	A ₄	A ₈	A ₉		
C ₅₁	0	A ₁₀	A ₇				

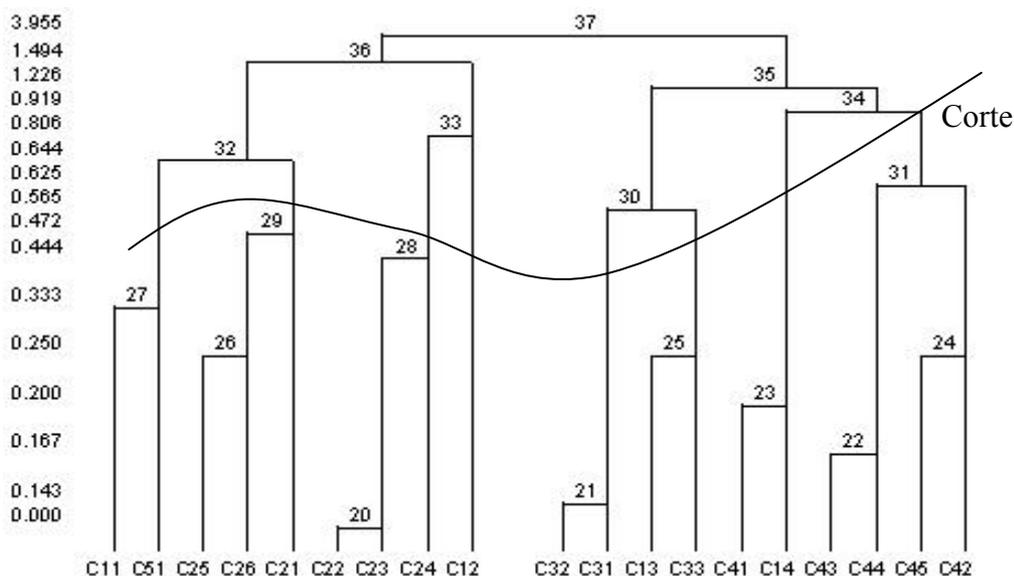
Fonte: Autores

Outros cortes também podem ser testados pelo decisor da empresa gestora do consórcio modular para atender a algum objetivo previamente estabelecido. Assim, o dendrograma pode auxiliar na determinação de agrupamento de atividades em módulos e como esses módulos podem ser agrupados para resultar no produto final.

5.2 Associação empresa *versus* módulo

O segundo problema que se coloca é: Quais os critérios para a alocação de uma empresa a um módulo. Após a determinação das atividades que compõem cada módulo e a combinação desses módulos, a empresa gestora do consórcio deve aplicar a segunda fase da metodologia, com a finalidade de determinar as empresas responsáveis pela execução de cada módulo. Para isso, a empresa gestora determina os critérios que serão tomados como referência para cada módulo.

Figura 4 - Dendrograma para formação modular



Fonte: Autores

A seguir, a empresa estabelece os valores que considera ideais para cada um dos critérios escolhidos. Por fim compara-os com os atributos/valores obtidos por meio de uma avaliação de cada empresa.

Por exemplo, quatro empresas candidatas ao fornecimento do módulo 29, composto pelos componentes C21 + C25 + C26 da Figura 4, obtiveram avaliação nos quesitos confiabilidade de entrega (CE), programação da produção (PP), disponibilidade de informação (DI), flexibilidade de Volume (FV) e Estratégia de projeto de produto (EPP) como definido na Tabela 4. Essas empresas devem ser comparadas com a empresa-referência para se determinar a empresa mais adequada à parceria.

Como indica a Tabela 4, a Empresa_23 obteve 0,4 em confiabilidade de entrega e 0,3 em flexibilidade de volume. Já a Empresa_24 obteve 0,7 nos esforços realizados para disponibilização de informações (DI) e 0,8 para Estratégia de Projeto e Produto (EPP). A empresa que possui melhor avaliação no item relacionado à Programação de Produção (PP) é a Empresa_22, com valor 0,8. A última linha da Tabela 4 apresenta os valores de referência, ou seja, os valores tomados como referência para o cálculo da distância.

Medidas acima da referência não contribuem para o aumento da distância. Por exemplo, a Empresa_21 obteve 0,9 em Confiabilidade de Entrega, portanto pontuação superior à referência. Então, a distância dessa empresa, em termos de Confiabilidade de Entrega, para o padrão definido na referência, é igual a zero.

A Tabela 6 apresenta as distâncias, determinadas pela distância Euclidiana, das empresas candidatas à parceria em relação à empresa-referência. Por ela, a Empresa_23 seria a melhor candidata, segundo os critérios determinados pela empresa gestora para a parceria.

É interessante observar que cada módulo pode ter critérios e referências diferentes para satisfazer suas peculiaridades.

Tabela 6 - Distância Euclidiana em relação à referência.

Empresas	Distância Euclidiana
Empresa_21	0,55
Empresa_22	0,53

Empresa_23	0,52
Empresa_24	0,67

Fonte: Autores

6. CONCLUSÕES

Este artigo apresentou uma metodologia para projeto de parcerias entre empresas. Para tanto, propôs a extensão da Teoria de Grupo (TG), da manufatura celular e do conceito de similaridade para a formação de conjuntos modulares por associação de atividades que sejam necessárias à formação de um produto final e que tenham similaridade. A metodologia de agrupamento gera um dendrograma de grande utilidade para o apoio à decisão de configuração do processo de montagem do produto. Diferentes cortes no dendrograma podem levar a diferentes configurações modulares, o que torna esse enfoque muito flexível.

Em um segundo passo, utilizou a teoria de similaridade para analisar quanto uma empresa é semelhante a uma empresa-referência, adotada como padrão nas ações que desenvolve para a competitividade. Escolhe-se dentre as empresas-candidatas, a empresa mais similar à empresa-padrão, que será a responsável por essa unidade modular.

Os resultados encontrados no exemplo utilizado mostram ser promissora a utilização da grande experiência hoje existente em projeto de manufatura celular para a definição de uma linha de montagem modular e também para a decisão sobre as empresas que venham a compor um consórcio modular ou uma empresa virtual.

Como trabalho futuro, destaca-se a importância de identificar, por meio de uma pesquisa de campo, quais indicadores de desempenho devem ser utilizados pelas empresas para o estabelecimento de parcerias e quais seriam os padrões de referência para cada empresa gestora de um consórcio modular ou mesmo de parcerias relacionadas à empresa virtual. As variáveis custo e tempo podem levar a novos desafios de desenvolvimento e a estruturas para a rede.

7. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo) pelo auxílio financeiro.

8. REFERÊNCIAS

- AENZEN, B.; SHUMWAY, H. Driven by Demand: A Case Study. **Supply Chain Management Review**, New York, January/February, p.12-23, 2002. Disponível em: www.manufacturing.net/scm/index.asp?layout=articleWebzine&articleid=CA197691>. Acesso: em 5 Janeiro 2004.
- AKTURK, M. S.; BALKOSE, H. O. “Part-machine grouping using a multi-objective cluster analysis”. **International Journal of Production Research**, v. 34, n. 8, p. 2299-2315, 1996.
- BARNEY, J. B. How a firm’s capabilities affect boundary decisions. MIT **Sloan Management Review**, v. 40, n. 3, ABI/Infrom Global, pp 137 – 145, Spring, 1999.
- BURBIDGE, J. L. Production Flow Analysis. **Production Engineering**, v. 42, p. 742, 1963.
- BUSSAB, W. O.; MIAZAKI, E. S.; ANDRADE, D. F. Introdução à análise de agrupamentos. 9º SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PROBABILIDADE E ESTATÍSTICA. **Anais ...** São Paulo: Instituto de Matemática e Estatística – USP, p. 105, 1990.
- CAMARINHA-MATOS, L. M.; AFSARMANESH, H. The Virtual Enterprise Concept. In: CAMARINHA-MATOS, L. M.; AFSARMANESH, H. (Ed.). **Infrastructure for Virtual Enterprise: Networking Industrial Enterprise**. Boston: Kluwer Academic Publishers, p. 3-14, 1999.
- _____ Dynamic Virtual Organizations, or not so dynamic? In: V. MARÍK, L. M.; CAMARINHA-MATOS, H.; AFSARMANESH (Ed.). **Knowledge and Technology Integration in Production and Services**. Boston: Kluwer Academic Publishers, p. 111-124, 2002.
- CARVALHO, M. F. H.; RODRIGUES, E. O. Projeto em Cadeia de Suprimento. XXIII ENEGEP **Anais ...**Ouro Preto, 22 a 24 out. 2003.
- FREDRIKSSON, P. Modular assembly in the car industry – an analysis of organizational forms influence on performance. **European Journal of Purchasing & Supply Management**, v. 8, p. 221-233, 2002.
- HALKIDI, M.; BATISTAKIS, Y.; VAZIRGIANNIS, M. On Clustering Validation Techniques. **Journal of Intelligent Information Systems**, v. 17, n. 2/3, p.107–145, 2001.
- HUMPHREY, J.; SCHMITZ. Governance in Global Value Chain. In: HUBERT SCHMITZ. **Local Enterprise in Global Economy**. Cheltenham, 2003. www.ids.ac.uk/ids/global/vw.html. Acesso em 12-05-2005

- JAIN, A. K.; DUBES, R. C. **Algorithms for Clustering Data**. New Jersey: Prentice-Hall, 1988, 320 p.
- PARK, Y. T.; WEMMERLOV, U. Shop structure generator for cell formation research. **International Journal of Production Research**, v. 32, n.10, p. 2345-2360, 1994.
- SAMATOVA, N. F.; POTOK, T. E.; LEUZE, M. R. Vector Space Model for the Generalized Parts Grouping Problem. **Robotics and Computer Integrated Manufacturing**, v. 17, p. 73-80, 2001.
- SHAFER, S. M.; KERN, M. G.; WEI, J. C. A mathematical programming approach for dealing with exceptional elements in cellular manufacturing. **International Journal of Production Research**, v. 30, n. 5, p. 1029-1036, 1992.
- SINGH, N.; RAJAMANI, D. **Cellular Manufacturing Systems – Design, Planning and Control**. London: Chapman & Hall, 1996.
- TAM, K. Y. An Operation Sequence Based Similarity Coefficient for Part Families Formations. **Journal of Manufacturing Systems**, v. 9. n.1, p. 55-68, 1990.
- VISWANATHAN, S. Configuring cellular manufacturing systems: a quadratic integer programming formulation and a simple interchange heuristic. **International Journal of Production Research**, v. 33, n. 2, p. 361-376, 1995.
- WARD, J. H. Hierarchical groupings to optimize an objective function. **Journal of the American Statistical Association**, v. 58, p. 234–244, 1963.
- WU, N.; SUN, J. Grouping the activities in virtual enterprise paradigm. **Production Planning & Control**, v. 13, n. 4, p. 407-415, 2002.

Artigo recebido em 07/2006 e aprovado para a publicação em 04/2007