

PROJETO EM CADEIA DE SUPRIMENTO:

Enfoque por similaridade entre atividades

Elder de Oliveira Rodrigues

Unicamp: Universidade Estadual de Campinas – elderr@fem.unicamp.br

Marcus Fabius Henriques de Carvalho

CenPRA: Centro de Pesquisa Renato Archer - marcius.carvalho@cenpra.gov.br

Resumo. *Um ambiente de manufatura necessita reconfigurar-se dinamicamente para acompanhar a evolução do mercado consumidor com competitividade e agilidade. Este trabalho analisa alguns aspectos de projeto de redes de produção para configuração e reconfiguração de uma Empresa Virtual tomando como ponto de partida a similaridade entre a manufatura celular e a cadeia de suprimentos.*

Palavras Chave: *Cadeias de Suprimento, sistemas de manufatura, projeto de redes de produção, manufatura celular.*

1. INTRODUÇÃO

Sistemas de produção buscam contínua melhoria de produtividade ao mesmo tempo respondendo aos anseios do consumidor. Estes dois objetivos, por vezes conflitantes uma vez que a produtividade exige economia de escala e os anseios do consumidor induz à flexibilidade, devem coexistir em um ambiente competitivo. A forma de encontrar um equilíbrio entre os objetivos é a evolução da configuração de produção com constante entrada e saída de parceiros de negócio, o que requer um constante projeto ou reprojeção do sistema de produção.

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 e objetivos conflitantes. A *Tecnologia de Grupo - TG* surgiu, em uma das etapas de evolução dos sistemas produtivos, como uma ferramenta de apoio à atividade de projeto no sentido de aumentar a eficiência e a flexibilidade das empresas de Manufatura (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 serem criadas durante a fase de projeto do produto e do processo produtivo. Segundo Akturks e Balkose, (1996), quando criadas, proporcionam a 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 com as vantagens de produção em massa. A similaridade entre peças pode ser caracterizada por duas formas: a *primeira* por semelhança entre recursos produtivos (máquinas, armazenagem, transporte) e a *segunda* por semelhança entre sequência de atividades (operações). Nota-se, porém, que a maioria das pesquisas da TG tem sido dirigida à semelhança entre recursos produtivos (Tam, 1990).

A similaridade possibilita que peças possam ser agrupadas em famílias de peças designadas a um conjunto de máquinas e ferramentas dedicado (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*, e

apresenta os seguintes benefícios: redução do tempo de setup, aumento da taxa de utilização de máquinas com conseqüente aumento da taxa de produção, diminuição do custo de mão de obra e melhor controle do sistema de manufatura. Assim, a tecnologia de grupo tem sido fundamental para o aumento da produtividade dos sistemas de manufatura.

Muitas *aplicações convencionais* da TG baseam-se em métodos de abordagens matemáticas (Shafer, 1992) cujo objetivo principal é otimizar um único ambiente de fabricação (chão de fábrica) considerando restrições específicas para este ambiente.

Contudo, a busca da flexibilidade e a necessidade de estar sempre próximo ao cliente levaram as atividades de produção a serem distribuídas por várias empresas, caracterizando uma *cadeia de suprimentos* - CS. Neste ambiente, a organização da produção ultrapassa as dimensões de uma empresa e busca encontrar ou formar grupos temporários, conhecidos como empresa virtual (Camarinha, 2002), que possam assumir eficientemente a produção de uma ou várias atividades de manufatura.

Embora, neste novo ambiente de produção, a aplicação convencional da TG não seja adequada, ela pode ser expandida e adaptada ao projeto de configuração e reconfiguração de uma empresa virtual. Abre-se então novo espaço para pesquisa no sentido de tornar a TG mais rica e promissora na solução de problemas de produção frente à dinâmica de um mercado consumidor. Como exemplo de trabalho voltado a essa expansão, citamos Samatova et al (2001).

Este artigo discute uma forma de expandir os métodos e conceitos de TG às aplicações em cadeia de suprimentos. O estudo concentra-se em aplicar um coeficiente de dissimilaridade para agrupar produtos segundo suas semelhanças de atividades. Portanto, pressupõe que as atividades necessárias à realização de um produto tenham sido estabelecidas durante o projeto do produto.

O artigo está organizado nas seguintes seções. A seção 2 apresenta um breve resumo de como a TG é aplicada na manufatura celular e como ela pode ser expandida para o projeto de uma cadeia de suprimento. A seção três descreve algumas similaridades entre a organização celular e a organização virtual. A seção quatro enfatiza o surgimento da organização virtual. A seção cinco apresenta uma aplicação das discussões da similaridade com uma possível formação de uma empresa virtual ou de uma linha de montagem modular. A seção seis conclui o estudo.

2. OBJETIVOS E ABORDAGENS PARA A MANUFATURA CELULAR

A dinâmica do mercado obriga o processo produtivo estar preparado para responder adequadamente a uma variabilidade quanto ao mix de produtos, tamanho de lotes, datas de entrega, setup, etc. Com o objetivo de melhorar a produção e torna-la mais flexível, pesquisadores direcionam-se ao estudo da tecnologia de grupo. Estas pesquisas contribuem com a inclusão de novas características a algoritmos que considerem a evolução dos sistemas de produção motivada pela introdução de novos produtos.

Os métodos convencionais da TG, existentes na literatura, distinguem-se em duas abordagens, *as estruturais* e *as operacionais*. Os dois métodos utilizam informações geralmente dadas por uma das seguintes formas: *matriz de incidência máquinas-peças*, *matriz de fluxo máquina-máquina* ou *seqüência de operações de fabricação*.

Os métodos estruturais formam células de manufatura pelo agrupamento de produtos baseados na informação do roteiro das peças contida em uma matriz de incidência máquinas-peças. Métodos desta categoria são encontrados em Kusiak e Chow (1987). Já os métodos operacionais formam células de produção baseadas em informações operacionais como: *tempo de processamento*, *volume de produção*, *custo*, *capacidade da máquina* e *plano de processo alternativo*. Essas informações podem ser incorporadas como restrições desejáveis a outras com número máximo de células e número máximo de máquinas por células, etc. Alguns desses métodos podem ser encontrados em Sarker e Balan (1996), Seifoddini e Djassemi (1995), Caux et al (2000), Heragu e Kakuturi (1997).

Ambas abordagens, estruturais e operacionais, têm objetivos comuns: aumentar a eficiência da produção de um ambiente de fabricação pela construção de células de manufatura de maneira que cada uma delas funcione com um mínimo ou nenhuma interação entre elas, ou seja, de forma que

cada célula seja o mais independente possível. Para atingir os objetivos acima, a maioria das pesquisas tem como objetivo a minimização do movimento intercelular para minimizar o custo na movimentação de material.

Métodos que conseguem conciliar as informações e restrições acima, no todo ou em parte, são altamente complexos e poucos difundidos na literatura. Além disso, cada modelo trabalha com variáveis diferentes para minimizar o custo associado ao problema de formação de células e, como consequência, com critérios diferentes. Assim, discrepâncias passam a existir nos resultados de cada enfoque o que torna difícil a comparação e determinação do “mais adequado” (Chan, et al 1999).

Com a evolução dos processos produtivos para empresas virtuais, houve diminuição no tamanho de cada fábrica, mas aumento de empresas envolvidas na formação de um produto final. Com isto diminuiu a complexidade do arranjo celular na fábrica e adicionou-se complexidade ao projeto do sistema produtivo. Este trabalho procura transportar experiências no projeto de manufatura celular à formação de cadeias de suprimento. Assim, ele acredita que a extensão das abordagens estruturais e operacionais da TG à cadeia de suprimentos, permite selecionar um conjunto de empresas que sejam responsáveis pela produção eficiente de famílias de produtos de forma a otimizar toda a cadeia. Esta extensão passa a ser estudada na próxima seção.

3. ORGANIZAÇÃO CELULAR E ORGANIZAÇÃO VIRTUAL - SIMILARIDADES

Esta seção busca similaridades entre o problema de formação de uma célula de produção e da formação de uma cadeia de suprimentos ou empresa virtual. A tabela (1) procura comparar os objetivos de uma organização celular com uma organização virtual à busca de similaridades.

Tabela 1. Similaridades entre formação Celular e formação de Empresa Virtual.

OBJETIVO: OTIMIZAR		
ORGANIZAÇÃO CELULAR – OC		Empresa Virtual – EV
Movimento intercelular O movimento intercelular ocorre quando uma peça, no seu caminho pelo processo produtivo, necessita passar por máquinas que pertencem a diferentes células de fabricação, ou seja, a peça visita duas ou mais células para se tornar produto final.	↔	Movimento interempresa Uma cadeia é composta por um conjunto de atividades necessárias a formação de um produto. O movimento interempresa ocorre quando uma peça, para se tornar produto final, requer a passagem por atividades situadas em diferentes empresas.
Objetivo da formação celular Minimizar o número de movimento entre células visando aumentar a eficiência da produção por redução dos tempos e custo de viagem.		Objetivo na formação da cadeia Minimizar o número de movimento entre empresas visando aumentar a eficiência da produção por redução dos tempos e custo de viagem.
Número de células de máquinas O número de células de máquinas dependerá de situações como: espaço do chão de fábrica, capacidade das células e quantidade de máquinas disponíveis. Um método para a formação celular deve permitir a definição de um número mínimo e um número máximo de células.	↔	Número de empresas na cadeia O número de atividades dependerá de situações como: local de instalação, custo, capacidade, distância, forma de transporte e limitações impostas pela empresa gestora da formação. Um método para formação de uma cadeia deve permitir a definição de um número mínimo e de um número máximo de empresas.

Duplicação de máquinas Uma forma de evitar o movimento intercelular é a duplicação da máquina que cria o movimento. No entanto, essa é uma questão a ser avaliada segundo o custo desta decisão e os objetivos da fábrica. Dependendo do caso, a transferência intercelular de peças pode até ser aceitável.	⇔	Atividades/recursos duplicados Ocorre na cadeia para atender objetivos estratégicos, por exemplo, uma montadora acredita ser conveniente a existência de dois fornecedores do mesmo produto para garantir suprimento e facilitar negociação de preço. Ou a montadora precisa de um recurso local para a montagem modular.
Capacidade das máquinas Melhor utilização das máquinas garantindo que ela seja economicamente justificável dentro de uma célula.	⇔	Capacidade de Atividades Melhor utilização da capacidade das atividades negociadas procurando atingir as metas estabelecidas para a parceria.

De acordo com a Tabela (1) a fabricação celular pode ser considerada como uma cadeia produtiva dentro da fábrica ou uma cadeia pode ser considerada como uma extensão celular ao exterior da fábrica. Esta conclusão passa ser imediata quando se admite como o caminho natural para o aparecimento de uma cadeia de suprimento a subdivisão de uma empresa/fábrica tradicional em várias outras que assumem atividades antes delegadas a empresa original. O consórcio modular na indústria automobilística e eletrônica são exemplos claros deste procedimento. Assim, os recursos antes distribuídos em várias células hoje, com os consórcios modulares, estão distribuídos por fornecedoras de módulos.

4. MANUFATURA CELULAR E CADEIAS DE SUPRIMENTOS

4.1. Manufatura Celular e Empresas Virtuais

Uma das formas de uma cadeia de suprimentos é a Organização Virtual (OV). O processo de formação de uma Organização Virtual ou Empresa Virtual (EV) se 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 formação de um produto. Quando este produto deixa de interessar a EV é dissolvida e todos seus participantes procuram novas oportunidades de mercado (Wu e Sun, 2002). Assim, empresas virtuais são, alianças temporárias de empresas que trabalham juntas, compartilhando perfis ou competências e recursos, no sentido de responder às oportunidades de negócio. Portanto, o objetivo de uma cadeia de suprimento, inserida no contexto de EV, é aproveitar o perfil de diferentes empresas para atender as oportunidades de mercado consumidor com a maior agilidade e o menor custo (Camarinha-Matos e Afsarmanesh, 1999). Para acompanhar a dinâmica do mercado, uma cadeia de suprimento possui um ciclo de vida com quatro estágios: formação, operação, evolução e dissolução.

A formação de uma EV, tema deste trabalho, com dinâmica suficiente para acompanhar as solicitações do mercado, requer algumas condições, esquematizadas na Figura 1, e descritas abaixo, (Camarinha-Matos e Afsarmanesh, 2002).

- Existência de Universo aberto de empresas que queiram ou se sintam incentivadas a participar de um projeto.
- Identificação dentro deste Universo daquelas empresas, com infraestrutura e padrão tecnológico adequados, candidatas a participarem de determinado negócio.
- Seleção dentro das empresas candidatas das que, segundo algum critério, possam participar da configuração final da Empresa Virtual.

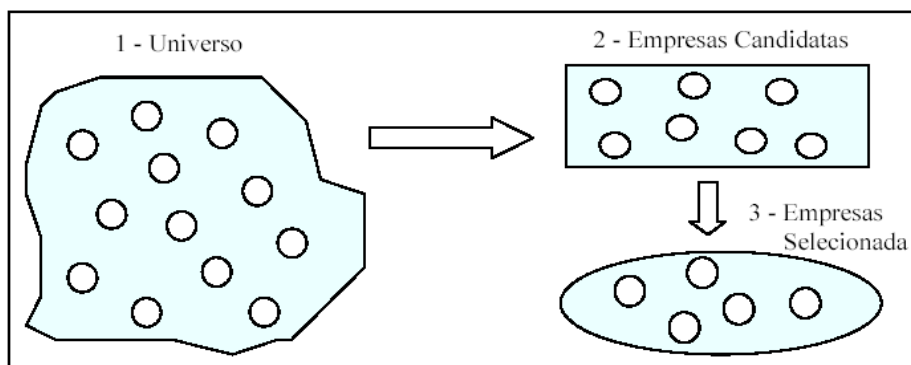


Figura 1. Formação de Empresas Virtuais.

A fase de identificação (seleção) dos parceiros não se restringe a identificar a empresa, mas também determinar o papel (atividade) que ela irá executar na EV. Assim, todas as atividades a serem desenvolvidas (fabricação, montagem, transporte, distribuição, etc) para a realização do produto final devem ser consideradas. A escolha de uma empresa para se tornar parceira de uma EV significa a alocação de um conjunto de atividades necessárias ao desenvolvimento do produto final. Passos para formação de empresas virtuais são ilustrados na Figura 2 (Wu e Sun, 2002).

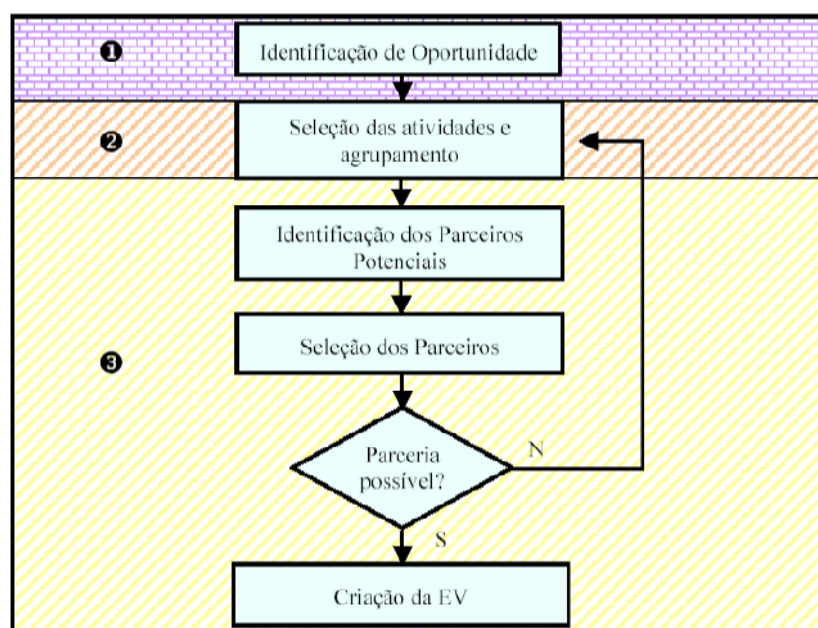


Figura 2. Processo de criação de Empresas Virtuais.

Na Figura (2), a identificação de uma nova oportunidade de mercado motiva a constituição de uma empresa virtual. O item “seleção das atividades e agrupamento”, tem como resultado o estabelecimento do conjunto de atividades necessário ao atendimento da nova oportunidade. Cuidado deve ser atribuído à determinação do número 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 de produtos com resultado negativo na velocidade do sistema em adaptar-se às necessidades dos clientes no mercado globalizado, requisito fundamental para a competitividade da cadeia produtiva. A decisão do número de empresas participantes da EV é estratégica e deve ser gerenciada pela empresa que exerce sua governância.

4.2. Manufatura Celular e Terceirização

Uma empresa verticalizada centraliza a produção e pode ter como objetivo diminuir sua estrutura pela terceirização das atividades de produção. A questão é: qual a melhor forma de desmembrar esta empresa? Se ela tem sua produção organizada segundo Manufatura Celular (MC), e se vê impulsionada pela dinâmica do mercado a optar para a horizontalização da produção ela terá como passagem natural para esta terceirização a transformação de cada célula de produção em uma empresa, Figura 3.

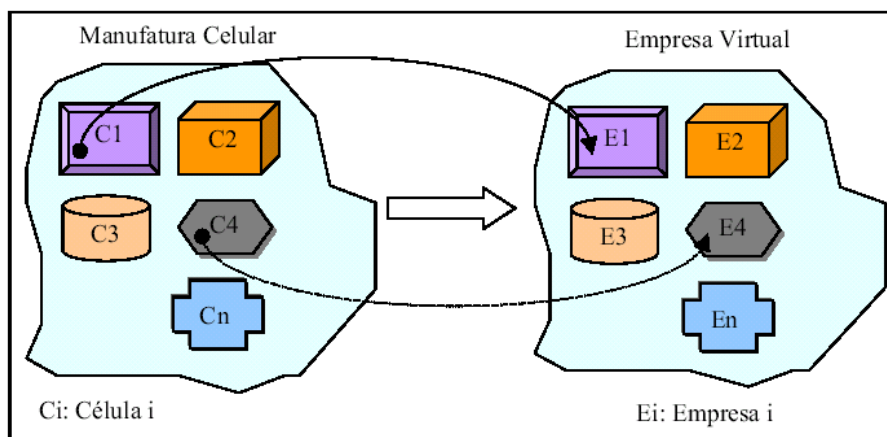


Figura 3. Horizontalização da produção.

Cada empresa, dentro desta nova organização de produção, torna-se responsável por uma atividade ou um conjunto de atividades. Entende-se por *atividade uma operação ou um conjunto de operações que contribuem para a formação do produto final*. Dependendo da natureza do detalhamento do modelo, um transporte, uma etapa da fabricação ou todo o processo de fabricação pode ser entendido como atividade.

Esta evolução leva a explosão do processo produtivo, segmentando a produção de tal forma que cada segmento ou *competência* pertença a empresas diferentes. Para a finalização de um produto, neste novo cenário de produção, depende da constituição de um consócio, evolutivo no tempo, no sentido de introduzir flexibilidade e rapidez no atendimento às necessidades do cliente. Este novo cenário dá origem as organizações virtuais.

Diante das similaridades vistas na seção anterior verifica-se que a organização celular passa ser um caminho importante para a formação de uma cadeia de suprimentos quer por desmembramento de uma empresa existente ou por soma de competências existentes entre empresas autônomas para formação de uma EV.

5. APLICAÇÃO

Há algumas fases envolvidas na definição de uma Empresa Virtual como descrito acima. Contudo, uma aplicação é na definição de consórcios modulares encontrados principalmente na indústria automobilística e eletrônica (Frederiksson, 2002). O problema que se coloca é: Conhecida uma estrutura de produto como organizá-la em um consórcio modular?

A aplicação então considera que as principais atividades envolvidas na produção de um conjunto de itens ou produtos finais já são conhecidas, ou pelo menos que haja um cenário conhecido e haja intenção de estudá-lo para analisar a possível formação modular ou mesmo para o projeto de uma empresa virtual. A especificação das atividades (A) associadas ao desenvolvimento de componentes (C) em cada estágio (E) de produção, para um determinado componente final é feita pela Tabela 2. Cada linha especifica as atividades a serem executadas em cada estágio de produção, para determinado componente. Por exemplo, o componente C42 tem seu processamento iniciado pela

atividade 9, realizada no estágio 4 indo para o estágio 3 onde se submete a atividade 7. Assim percorre as atividades até ser montado no produto final

Como resultado da representação acima, cada célula da Tabela 2 representa uma atividade a ser submetida pelo componente. Por exemplo, o componente C13 tem em seu estágio 2 de ser submetido a atividade 4 (que pode ser montagem, fabricação, pintura, transporte etc.) enquanto o componente C32 deve se submeter a atividade 6 em seu estágio 4.

Tabela 2. Atividades envolvidas na produção.

Componente	Prod. Final	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄	E ₅	E ₆	E ₇
C11	0	6	7	10				
C12	0	6	12					
C13	0	6	4	8	9			
C14	0	6	10	7	8	9		
C21	0	11	10					
C22	0	11	7	12				
C23	0	11	7	12				
C24	0	11	12					
C25	0	11	10	7	12			
C26	0	11	7	10				
C31	0	3	5	6	4	8	9	
C32	0	3	5	2	6	4	8	9
C33	0	3	6	4	8			
C41	0	1	6	10	7	9		
C42	0	1	4	7	9			
C43	0	1	2	6	4	8	7	
C44	0	1	2	4	7	8	9	
C45	0	1	4	8	9			
C51	0	10	7					

O resultado, em forma de dendograma, obtido pelo algoritmo Ward (Ward, 1963), é apresentado na Figura 4. A coluna do “produto final” refere-se ao estágio zero, ou seja, produto totalmente acabado.

O coeficiente de dissimilaridade utilizado para o agrupamento é definido na Eq. (1) como:

$$D = 1 - \frac{v_i \cap v_j}{\text{maior}(v_i, v_j)} \quad (1)$$

Cada sequência de atividades para construção dos componentes é representada por meio de vetores “ v ” no espaço dimensional “ p ” R^p (“ p ” representa profundidade, ou seja, número de atividades que compõem um caminho). Assim, a j -ésima posição de “ v ” que corresponde a j -ésima atividade armazena o peso unitário indicando que existe a atividade para o componente “ i ”.

Para Expressar matematicamente a j -ésima posição de “ v ” temos:

$$v_j = \begin{cases} 0, & \text{se a atividade “} j \text{” não participa do componente “} i \text{”} \\ w_j = 1, & \text{caso contrario (a atividade “} j \text{” participa do componente “} i \text{”)} \end{cases}$$

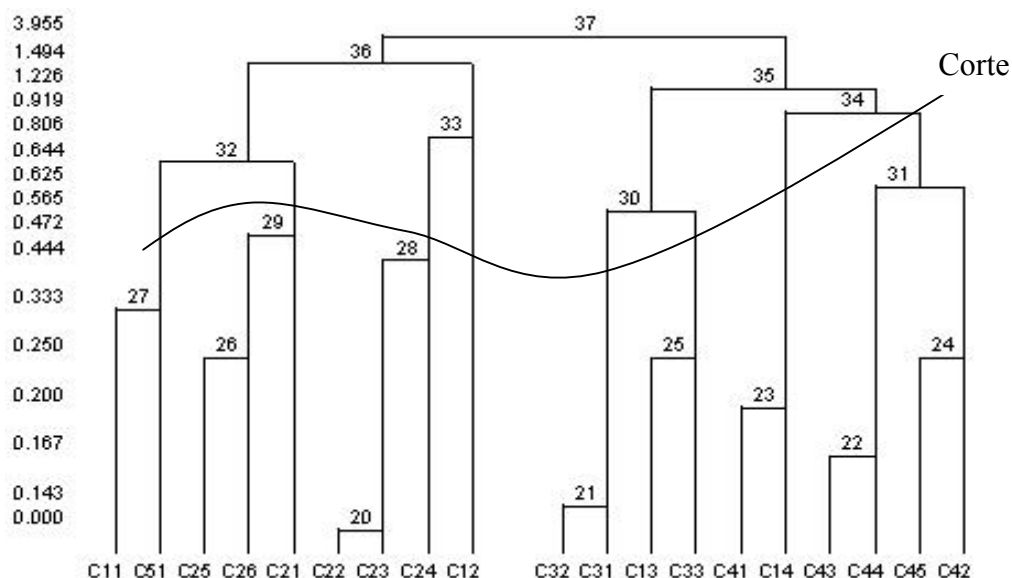


Figura 4. Dendograma para orientação da formação de empresa virtual.

O nível 37, o mais alto do dendograma, correspondente a linha horizontal de número 37, representa o produto final. A linha horizontal 36 representa a última montagem de um módulo ao produto final enquanto a linha 35 representa a primeira montagem.

Montagens Submodular também podem ser identificadas neste dendograma. Por exemplo, a linha 32 e a linha 30 podem ser consideradas como montagens de submódulos que compõem respectivamente os módulos 36 e 35. Cortes não lineares podem também existir para a definição e separação das atividades a serem localizadas dentro de uma linha de montagem modular ou fora dela. Um exemplo de corte é mostrado na Figura 4.

6. CONCLUSÃO

Este trabalho discutiu as semelhanças entre o problema de projeto de manufatura celular e projeto de empresa virtual e sugeriu o aproveitamento da experiência em métodos em manufatura celular como base para a definição de uma composição de uma empresa virtual. Apesar das similaridades entre problemas algumas adaptações devem ser feitas. A primeira delas é a introdução do conceito de atividade em substituição ao conceito de máquina. A segunda particularidade é a introdução do conceito de componentes que fazem parte do produto final. Assim o nível zero de produção representa a composição ou montagem do produto final e todos os componentes devem passar por esta atividade. Um conjunto de atividades, necessárias a formação de um componente do produto, escolhido com o auxílio do dendograma, poderia definir a composição de uma empresa fornecedora em uma montagem modular.

Os resultados encontrados mostram ser promissora a utilização da grande experiência hoje existente em projeto de manufatura celular na definição de uma linha de montagem modular ou na definição dos elementos que venham compor uma empresa virtual.

7. AGRADECIMENTOS

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

8. REFERÊNCIAS

Akturk, M. S. and Balkose, H. O., 1996, "Part-machine grouping using a multi-objective cluster analysis", International Journal of Production Research, Vol. 34, No. 8, pp. 2299-2315.

- Burbidge, J.L., 1963, "Production Flow Analysis. Production Engineering", Vol. 42, 742.
- Camarinha-Matos, L. M. and Afsarmanesh, H., 1999, "The Virtual Enterprise Concept. In: Infrastructure for Virtual Enterprise: Networking Industrial Enterprise (L. M. Camarinha-Matos, H. Afsarmanesh (Ed.))". pp. 3-14. Kluwer Academic Publishers, Boston.
- Camarinha-Matos, L. M. and Afsarmanesh, H., 2002, "Dynamic Virtual Organizations, or not so dynamic?. In: Knowledge and Technology Integration in Production and Services (V. Marík, L. M. Camarinha-Matos, H. Afsarmanesh (Ed.))", pp. 111-124. Kluwer Academic Publishers, Boston.
- Caux, C., Bruniaux, R. and Pierreval, H., 2000, "Cell formation with alternative process plans and machine capacity constraints: A new combined approach", International Journal Production Economics, Vol. 64, pp. 279-284.
- Chan, C. Y., Lam, F. W. and Lee, C. P., 1999, "Consideration for using cellular manufacturing", Journal of Materials Processing Technology, Vol. 96, pp. 182-187.
- Frederiksson, P., 2002, "Modular assembly in the car industry – an analysis of organizational forms' influence on performance", European journal of Purchasing & Supply management, Vol. 8, pp. 221-233.
- Heragu, S. S. and Kakuturi, S. R., 1997, "Grouping and placement of machine cells", IIE Transactions, Vol. 29, pp. 561-571.
- Kusiak A. and Chow, W. S., 1987, "Efficient solving of the group technology problem", Journal of Manufacturing Systems, Vol. 6, No.2, pp. 117-124.
- Park, Y. T. and Wemmerlov, U., 1994, "Shop structure generator for cell formation research", International journal of production research, Vol. 32, No.10, pp. 2345-2360.
- Samatova, N. F., Potok, T. E. and Leuze, M. R., 2001, "Vector Space Model for the Generalized Parts Grouping Problem", Robotics and Computer Integrated Manufacturing, Vol. 17, pp. 73-80.
- Sarker, B. R. and Balan, C. V., 1996, "Cell formation with operation times of jobs for even distribution of workload", International Journal of Production Research, Vol. 34, No. 5, pp. 1447-1468.
- Seifoddini, H. and Djassemi, M. 1995, "Merits of the Production Volume Based Similarity Coefficient in Machine Cell Formation. Journal of Manufacturing Systems", Vol. 14, No. 1, pp. 35-44.
- Shafer, S. M., Kern, M. G. and Wei, J. C., 1992, "A mathematical programming approach for dealing with exceptional elements in cellular manufacturing", International Journal of Production Research, Vol. 30, No. 5, pp. 1029-1036.
- Tam, K. Y., 1990, "An Operation Sequence Based Similarity Coefficient for Part Families Formations", Journal of Manufacturing Systems, Vol. 9. No.1, pp. 55-68.
- Viswanathan, S., 1995, "Configuring cellular manufacturing systems: a quadratic integer programming formulation and a simple interchange heuristic", International journal of production research, Vol. 33, No. 2, pp. 361-376.
- Ward, J. H., 1963, "Hierarchical groupings to optimize an objective function", Journal of the American Statistical Association, Vol. 58, pp. 234-244.
- Wu, N. and Sun, J., 2002, "Grouping the activities in virtual enterprise paradigm", Production Planning & Control, Vol. 13, No. 4, pp. 407-415.

9. DIREITOS AUTORAIS

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo do material impresso incluído no seu trabalho.

DESIGN IN SUPPLY CHAIN

Elder de Oliveira Rodrigues

Unicamp: Universidade Estadual de Campinas – elderr@fem.unicamp.br

Marcus Fabius Henriques de Carvalho

CenPRA: Centro de Pesquisa Renato Archer - marcius.carvalho@cenpra.gov.br

Abstract. *A Manufacturing environment needs to be redesigned dynamically to accomplish the market requirements with competitiveness and responsiveness. This work analyses some production network design aspects for the configuration or reconfiguration of a Virtual Enterprise taking as a starting point the similarity between cellular manufacturing and supply networks.*

Keywords. *Supply Chain, Manufacturing Systems, production network Design, Cellular Manufacturing.*