

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Sistema de Manufatura Celular, embora consolidado como um sistema de produção desde a década de setenta, ainda apresenta possibilidades de pesquisa para diversos focos e abordagens. O problema de formação de células de manufatura é uma dessas, talvez a principal abordagem do SMC.

A Figura 1 no Capítulo 1 expõe uma variedade de métodos matemáticos que podem ser utilizados para encontrar a melhor configuração máquinas-peças para as células. Esta dissertação teve como foco a formação de células de manufatura, por meio dos métodos que utilizam arranjo matricial, desenvolvendo uma estrutura que ampliasse as informações geradas pela matriz de processamento padrão, gerando uma matriz expandida que contém dados de sequenciamento de produção, tempos de processamento, demanda, capacidade produtiva e quantidade de máquinas.

O estudo de Burbidge (1971), criador da Análise de Fluxo de Produção, que consiste em estabelecer um plano de procedimentos para cada tipo de peça a fim de estabelecer similaridade entre os componentes para que estes possam ser produzidos em seções conjuntas, foi o início do conceito do Sistema de Manufatura Celular.

O SMC utiliza, geralmente, células de manufatura flexíveis que atuam de forma independente ou semi-independente no chão de fábrica, produzindo uma determinada família de produtos e máquinas em sistemas *job-shop*. Burbidge (1971) *apud* McAuley (1972) diz que a maioria dos grupos de peças e máquinas já existe no sistema e o problema é encontrá-los e defini-los de maneira correta.

A partir do momento em que se define a família de máquinas-peças, muitos problemas de chão-de-fábrica podem ser evitados ou reduzidos. Reduz-se a maioria dos tempos envolvidos no processo, como tempos de *set-up*, *lead times*, tempos de movimentação intercelular (quando houver), proporcionando um nível maior de organização da linha de produção, ganhos de escala, minimização do estoque em processo.

Estas duas últimas vantagens, também são geradas pelo que vem a ser outra base do Sistema de Manufatura Celular. Trata-se da determinação do layout das células de fabricação, que se definida de maneira coerente, ajuda no dinamismo e maior autonomia ao funcionamento do conjunto (célula). Além de alavancar a produção e reduzir WIP (*work in process*) um layout bem estruturado permite redução de movimentação de todos os recursos e entidades envolvidas como insumo, produto semi-acabado, equipamentos, mão-de-obra, que passam a fluir de maneira mais organizada, mais eficiente e econômica no nível intracelular.

Outro benefício é a redução de *back order* de fluxos consecutivos. Quanto maior for a sincronia de fluxos consecutivos (unidirecionais) menor vai ser a movimentação contrária ao fluxo para a produção de peças.

Nesta dissertação, a matriz expandida proposta foi construída baseada na matriz de processamento dos algoritmos que a utilizam para o processo de formação de células (ROC, CIA e DCA). A nova sintaxe foi adaptada de Malakooti *et al.* (2004). Essa matriz expandida perde a característica binária pela quantidade de informações adicionadas em cada elemento, porém o tratamento binário reaparece quando é realizada a etapa do algoritmo ROC (ou outro de acordo com preferência) no fluxograma.

O cálculo do número de máquinas é um fator que permite melhor dimensionamento para a formação das famílias de peças e máquinas e para a configuração do layout celular, além de dar uma idéia mais próxima da necessidade de investimentos (considerando o quantitativo de máquinas definido). Embora trabalhos como o de Xambre e Vilarinho (2003) aborde a replicação de máquinas e de Jayaswal e Adil (2003) utilizem coeficientes de similaridade para calcular a necessidade de máquinas, a abordagem proposta nessa dissertação considera estes cálculos estar agregados diretamente à matriz de processamento dos métodos baseados em matriz.

O Método do Melhor Caminho é uma contribuição significativa para as pesquisas, uma vez que consiste na possibilidade de fazer com que a matriz atue tanto no processo de formação de células, quanto na construção do layout interno das mesmas. A partir da observação da quantificação dos fluxos, surgiu a idéia da criação de um método que usaria elos e fluxos para estabelecer uma seqüência de máquinas que culmina na formação do layout. O método mostrou-se aplicável a todos os exemplos aos quais foi submetido.

Embora as vantagens da aplicação do SMC sejam perceptíveis, também existem possíveis riscos e algumas desvantagens. As principais são o alto custo do investimento que pode ser necessário para a readequação do layout; a necessidade de aumento do maquinário para atender as múltiplas células da maneira mais independente possível; ou ainda ter que arcar com a possível subutilização de máquinas e mão-de-obra em certos casos.

A apresentação de uma proposta com uma estrutura metodológica que contempla a formação das células de produção e o layout interno, tal como foi descrito nesta dissertação, possui relevância e agrega valor ao tema abordado. Isso resulta da abertura de novas perspectivas para serem adotadas mais informações na matriz de processamento, tornando-a mais abrangente e permitindo uma melhor compreensão analítica. Mas, sobretudo, deve-se destacar a inovação e eficácia da metodologia proposta na forma de obtenção de layout celular a partir do Método do Melhor Caminho.

Ainda assim, o estudo deixou de abordar outras variáveis citadas no Capítulo 1. Por exemplo, não foram considerados: (i) o tempo de *setup* para determinar com maior precisão a taxa de utilização das máquinas para a capacidade produtiva de cada uma; (ii) a atividade da mão-de-obra em termos do número de operadores; e (iii) o comportamento dos custos que poderia servir tanto para validar os resultados da linha de produção, funcionando como um sistema de manufatura celular, como, também, para dimensionar o tamanho do investimento necessário para implantação dessa filosofia de produção e comparar relações de custo/benefício.

Desta forma, adicionar estas variáveis à matriz expandida fica como sugestão para trabalhos futuros.