

Modelo de Selecção Abrangente Aplicado à Selecção de Sistemas de Máquinas Ferramentas para um Sistema de Produção Virtual/“One Product Integrated Manufactured”

Paulo Ávila*, Goran Putnik**

*Departamento de Engenharia Mecânica, Instituto Superior de Engenharia do Porto
R. São Tomé, 4200-Porto, e-mail: pavila@dem.isep.ipp.pt

**Departamento de Produção e Sistemas, Universidade do Minho

RESUMO

Esta comunicação, apresenta um módulo do projecto de Sistemas de Produção Virtual/“One Product Integrated Manufactured” (SPV/OPIM), em desenvolvimento na Universidade do Minho, que contribui para a resolução do problema da selecção de sistemas de recursos em geral, e sua posterior aplicação à selecção de sistemas de recursos de processamento (máquinas ferramentas), para esse mesmo projecto.

A actualidade do tema assenta no facto da selecção de recursos ser uma parte importante do projecto de organização dos sistemas de produção ou empresas, e no nosso caso em particular do projecto de SPV/OPIM, sistema este, que indicia potenciais de melhor desempenho do que os modelos organizacionais convencionais.

ET 4

SISTEMA DE PRODUÇÃO VIRTUAL/“ONE PRODUCT INTEGRATED MANUFACTURING”

Relacionado com o conceito de EV e incluído neste, aparece o Sistema de Produção Virtual /“One Product Integrated Manufacturing” (SPV/OPIM), que é uma implementação física de uma EV concebido para um único produto. Mais rigorosamente (Putnik, 1997), define: “SPV/OPIM é um sistema otimizado de manufactura/produção com o propósito da manufactura/produção de um único produto, obtido através da síntese de recursos primitivos distribuídos à escala mundial, onde a estrutura física terá a duração máxima do ciclo de vida do produto e a substituição dessa estrutura se dará em tempo real”(figura 1).

S i s t e m a O P I M

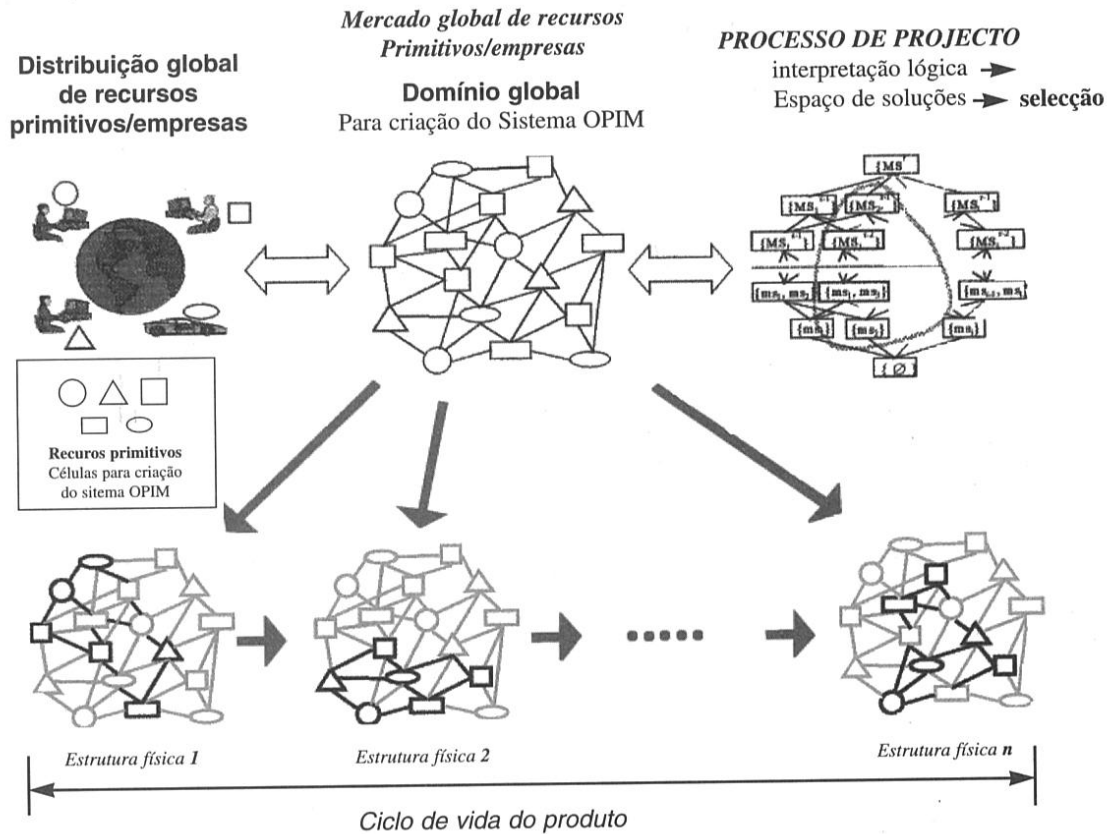


Figura 1: Sistema OPIM (Putnik, 1997).

ET 4

Diz-se então que no sistema OPIM as fábricas fluem através do produto, conforme demonstra a figura 2 (Putnik, Carmo Silva, 1995), quer na fase de determinação do domínio do SPV/OPIM, quer na fase de selecção das fábricas virtuais ao longo da vida do produto.

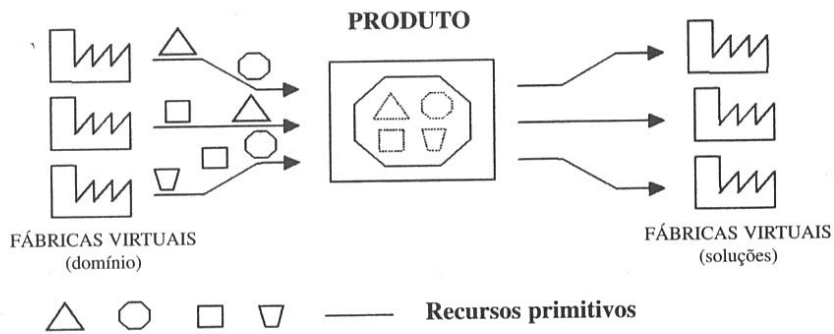


Figura 2 - Fluxo de fábricas virtuais sobre o produto num sistema OPIM (Putnik, Carmo Silva, 1995).

UM MODELO DE ESPECIFICAÇÃO DO SISTEMA DE SELECÇÃO DO SISTEMA DE RECURSOS

Um dos factores que influencia grande parte do sucesso da implementação do SPV/OPIM é a selecção dos seus recursos primitivos (de processo, computacionais, e de conhecimento humano). Vamos especificar um sistema de selecção de recursos de forma genérica. Então, qualquer tipo de sistema de

produção, incluindo o SPV/OPIM, poderá servir-se desta especificação para concretizar a sua selecção de recursos, tendo apenas que identificar correctamente as variáveis concretas que lhe estão associadas. Recorrendo à representação "IDEFO" (técnica SADT, (Shah, R. (1977); Irvine, C. M. Brackett, J. W. (1977)), a figura 3 mostra-nos a especificação genérica do sistema de selecção do sistema de recursos.

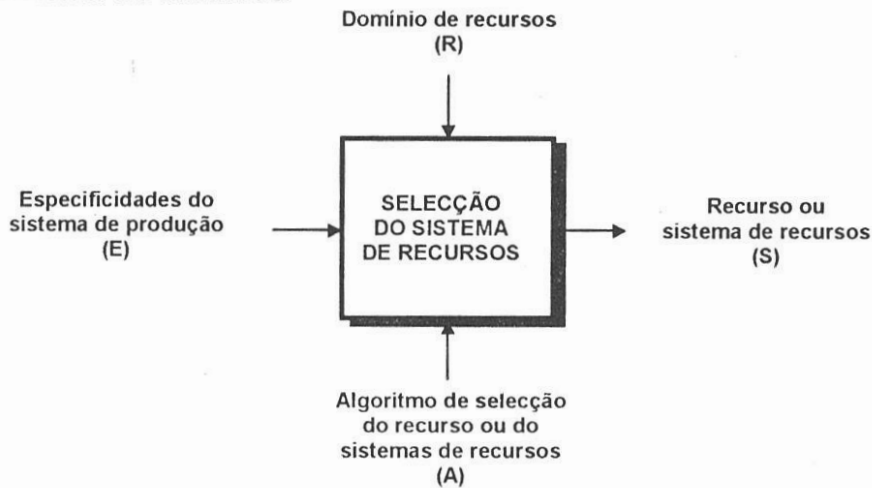


Figura 3 - Especificação genérica do sistema de selecção do sistema de recursos.

Especificidades do sistema de produção

As especificidades do sistema de produção (E), é o conjunto de requisitos que o sistema de produção deseja serem satisfeitos pelos recursos organizados nesse sistema. O conjunto desses requisitos pode ser dividido em dois subconjuntos, os *requisitos funcionais* (rf), aqueles que determinam a realização da produção, ou seja, e os *parâmetros de selecção* (ps), as variáveis de desempenho (qualidade, custo, tempo de produção, e outros), que o sistema de produção definiu para avaliar e seleccionar os diversos sistemas de recursos que tenham satisfeito os requisitos funcionais. Decompondo a entrada (E), do sistema de selecção temos,

$$E = \{rf1, rf2, \dots, rfn, ps1, ps2, \dots, psm\},$$

Domínio de Recursos

Ao domínio de recursos $R = \{r1, r2, \dots, rn\}$, pertencem todos os recursos que concorrem ao sistema de selecção de recursos. Mas os recursos são caracterizados por uma série de parâmetros (p), que é o mesmo que dizer que cada recurso é função desses parâmetros.

$$R = \{(p11, p12, \dots, p1m), (p21, p22, \dots, p2m), \dots, (pn1, pn2, \dots, pnm)\}$$

Análise do Algoritmo (mecanismo) do Sistema de Selecção do Sistema de Recursos

O algoritmo de selecção é o mecanismo utilizado pelo sistema de selecção para encontrar e determinar, a partir dos recursos candidatos (primitivos ou

complexos), o sistema de recursos que melhor satisfaz a totalidade das especificidades do sistema de produção. Vários algoritmos de selecção podem ser considerados entre os determinísticos ou entre os não determinísticos. Um possível algoritmo determinístico do tipo por inumeração, é o algoritmo baseado no chamado "Princípio de Multiplicação de Escolhas". Este princípio é exprimido pelo teorema seguinte (Slomson, 1991):

"Se existem k sucessivas escolhas para serem feitas, e, para $1 \leq i \leq k$, a i -ésima escolha pode ser feita de n_i maneiras, então o número total de maneiras de fazer estas escolhas é,

$$n_1 \times n_2 \times \dots \times n_k = \prod_{i=1}^k n_i$$

Então, o conjunto de todos os sistemas possíveis é o conjunto $S = \{s \mid s \in (n_1 \times n_2 \times \dots \times n_k)\}$. Fazendo a interpretação e a aplicação do princípio de multiplicação de escolhas definiu-se então um algoritmo, cuja estrutura apresenta três fases globais:

1ª fase - Selecção dos recursos

Nesta fase, são identificados para todos os recursos candidatos (R), os requisitos funcionais do sistema de produção que cada um dos recursos (r_i), satisfaz.

ET 4

Tabela 1 - Exemplo de um resultado possível da selecção de recursos.

Recursos / Requisitos funcionais	r1	r3	r100	...	r_i
rf1					
rf2		⊗	⊗	...	⊗
⋮		⊗	⊗	...	
rfn	⊗	⊗		...	⊗

2ª fase - Determinação dos sistemas de recursos

Nesta fase, são determinados todos os sistemas possíveis de recursos (S), a partir dos recursos que foram seleccionados na 1ª fase, de forma a satisfazer a totalidade dos requisitos funcionais do sistema de produção. Como exemplo, e recorrendo à tabela 1, podemos determinar algumas sequências de recursos que integram um sistemas de recursos, tais como:

$$\text{sist. rec. 1} = \langle r_3, r_3, r_3, r_1 \rangle; \dots \text{ sist. rec. x} = \langle r_i, r_{100}, r_i, r_i \rangle.$$

3ª fase - Selecção do sistema de recursos

Agora se definirmos uma função critério em função dos parâmetros de selecção, $c(ps)$, calcula-se esta função para todos os sistemas de S, e selecciona-se o sistema com o valor máximo (mínimo), da função.

UM MODELO DE ESPECIFICAÇÃO DO SISTEMA DE SELECÇÃO DE MÁQUINAS FERRAMENTAS PARA SPV/OPIIM

Ajustando a figura 3 à selecção concreta do sistema de máquinas ferramentas para um SPV/OPIIM, obtém-se como resultado a figura 4.

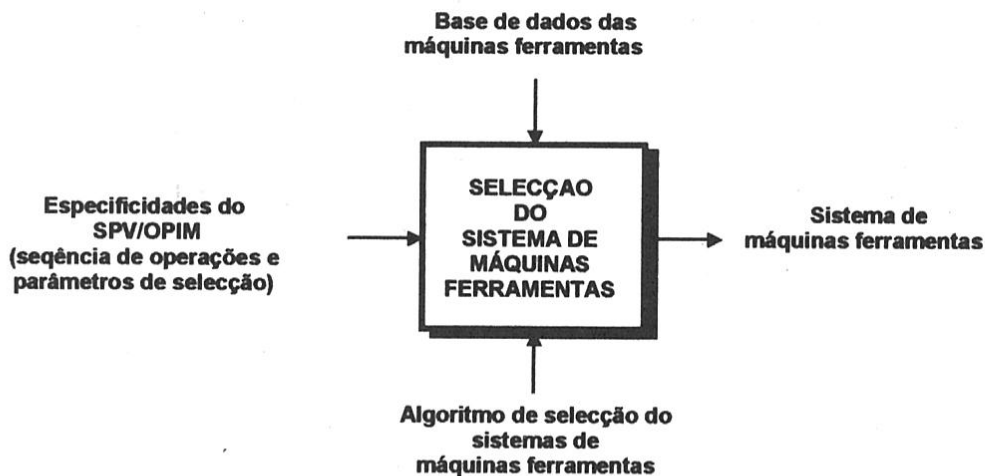


Figura 4 - Especificação genérica do sistema de selecção do sistema de máquinas ferramentas.

Um algoritmo possível (baseado no princípio da multiplicação das escolhas), de selecção do sistema de máquinas ferramentas para um SPV/OPIIM poderá ser:

entradas:

seqüência de operações $P = (p_l), l=1, k$ (operações necessárias para a manufactura do produto);

ET 4

conjunto de máquinas $R = \{r_l\}, l=1, m$;

função critério $c(ps)$;

início

$i=1$

enquanto $l \leq k$ **faz**

Selecção dos recursos capazes de realizar a operação p_l e forma o conjunto $R_l = \{r_{lj}\}$,

$j=1, n_l$;

$i=l+1$;

fim

forma o espaço de soluções $S = \{s \mid s \in (n_1 \times n_2 \times \dots \times n_k)\}$;

$i=1$

enquanto $i \leq \prod_{l=1}^k n_l$ **faz**

calcula $c(ps)$ para cada elemento s_i de S

$i=i+1$;

fim

selecção o melhor sistema, s_{opt} de S , isto é, o sistema s_i com o máximo (mínimo) de $c(ps)$;

saída s_{opt} ;

fim

A complexidade do algoritmo apresentado é avaliada pelo número de sistemas de máquinas ferramentas determinados n^k , em que n é o número de máquinas que satisfazem uma operação, e k é o número de operações necessárias. A figura 5, mostra-nos o rápido crescimento do número de sistemas de máquinas que compõem o espaço de soluções S .

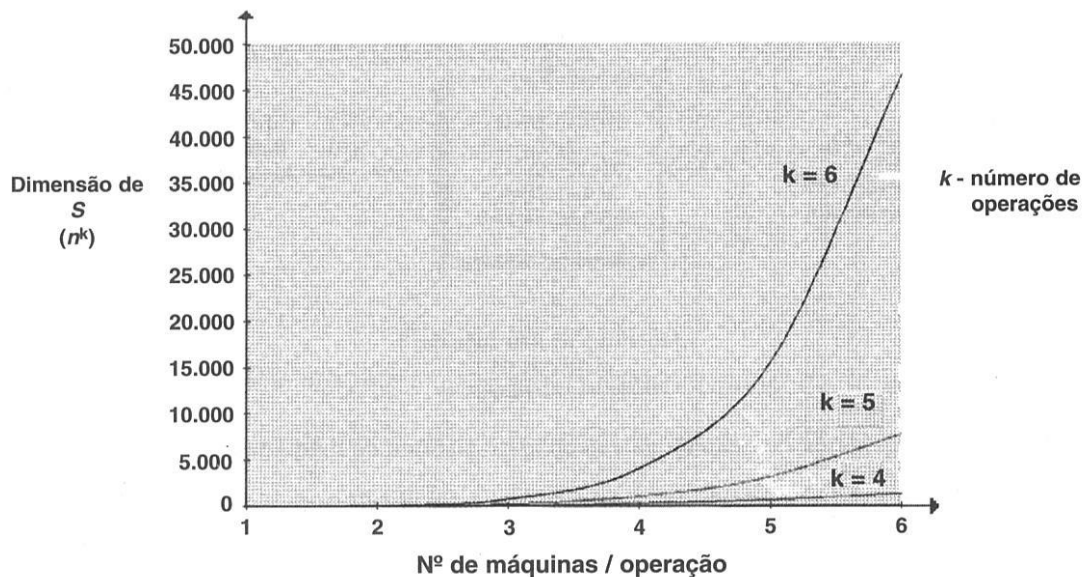


Figura 5 - Variação do número de sistemas de máquinas candidatos ao SPV/OPIM.

ET 4

CONCLUSÃO

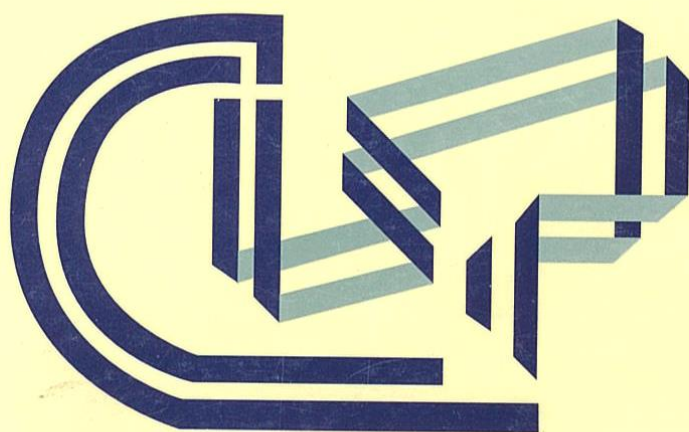
A complexidade do algoritmo apresentado, impossibilita o processo eficiente de selecção para elevado número de recursos disponíveis, o que é passível no SPV/OPIM, contrariamente noutro tipo de sistema de produção. O nosso objectivo não foi o da optimização dum algoritmo, mas sim o da especificação do problema da selecção para o SPV/OPIM. Por isso, numa aplicação industrial do SPV/OPIM, devem-se usar outros tipos de algoritmos com maior eficiência, normalmente se desenvolvem no âmbito da Investigação Operacional ou na Inteligência Artificial.

BIBLIOGRAFIA

- Putnik, G. D., Guimarães, P. F., Carmo Silva, S. 1996. *Virtual Enterprise / OPIM Concepts: An Institutionalization Framework*, "Balanced Automation Systems II - Implementation challenges for anthropocentric manufacturing". Lisbon: Proceedings of BASYS'96, (L. M. Camarinha Matos, H. Afsarmanesh; Eds.) Chapman & Hall, p. 391-400.
- Putnik G. D. 1997. *Towards OPIM System*. Cairo: Proceedings of the 22nd ICC&IE Conference - Computers & Industrial Engineering, (M. A. Younis, S. Eid; Eds.).
- Putnik G. D., Ávila Paulo. 1998. *Towards OPIM System - Part II: Results of the OPIM System Design Simulation and an Applicability Analysis*. (submetido a publicação).
- Ávila P. 1998. *Apoio à Selecção de Sistemas de Recursos de Processamento Para o Projecto de um Sistema de Produção Virtual/OPIM*. Universidade do Minho, Braga. Tese de Mestrado.

**A
INVESTIGAÇÃO
NO
ENSINO SUPERIOR
POLITÉCNICO**

ACTAS



***19 e 20 de Maio de 1999
Centro Nacional de Exposições - CNE
Santarém***

Vol. I