

# MODELO PARA IDENTIFICAÇÃO DOS RECURSOS QUE LIMITAM A FLEXIBILIDADE DA MANUFATURA

Charles Edsom Savaris, Msc.

Universidade Federal da Santa Catarina

Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas

Campus Universitário – Trindade – Florianópolis – SC – CEP 88040-970

[charles@deps.ufsc.br](mailto:charles@deps.ufsc.br)

Osmar Possamai, Dr.

Universidade Federal da Santa Catarina

Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas

Campus Universitário – Trindade – Florianópolis – SC – CEP 88040-970

[possamai@deps.ufsc.br](mailto:possamai@deps.ufsc.br)

## RESUMO

*Em decorrência das constantes mudanças no ambiente competitivo, está sendo exigida das empresas a busca constante pela flexibilização de suas estruturas. A flexibilidade tornou-se um diferencial competitivo, pois além de preparar a empresa para as mudanças externas, serve de amortecedor das incertezas internas da organização. O modelo proposto neste trabalho tem como objetivo identificar oportunidades de melhoria para aumentar a flexibilidade da manufatura, em especial de seus recursos tecnológicos, organizacionais e de suprimentos. Inicialmente, o modelo propõe a classificação das dimensões da flexibilidade em internas e externas, em que as dimensões externas da flexibilidade são representadas por aqueles atributos do produto ou serviço percebidos pelos clientes. As dimensões internas servem de apoio para o desempenho das dimensões externas. Após esta classificação, o modelo orienta para a avaliação das correlações entre estas dimensões externas e internas, buscando identificar as dimensões internas que estão limitando o desempenho das externas. Em seguida, são identificados os recursos das atividades que estão limitando estas dimensões internas, permitindo direcionar as melhorias no processo produtivo. O modelo desenvolvido foi aplicado em uma empresa do setor moveleiro localizada em São Bento do Sul, norte do Estado de Santa Catarina, com considerável aceitação pelo empresário, onde comentou que o modelo “tornou um termo abstrato em variáveis concretas”, gerenciadas diariamente na empresa. Como exemplo de resultados obtidos com a aplicação do modelo, cita-se a identificação do recurso da empresa, o qual estava limitando a flexibilidade da manufatura. Palavras-chave: Manufatura, Flexibilidade, Dimensões da Flexibilidade.*

## 1. INTRODUÇÃO

O investimento no acompanhamento da evolução do mercado pelas empresas está se intensificando, pois a identificação e determinação da importância das dimensões externas da flexibilidade para os clientes são atividades complexas. A determinação do grau de importância das dimensões externas tende a direcionar os investimentos na manufatura para fatores do processo produtivo que realmente geram valor, reduzindo a probabilidade de excesso ou falta de flexibilidade da manufatura, que podem tirar o foco da empresa e prejudicar seu desempenho.

Em sua pesquisa, Corrêa & Slack<sup>1</sup> constataram que os gerentes de oito empresas enfatizaram que tanto ou mais importante é “evitar de ter que ser flexível” do que o “ser flexível”, e isto contribui na validação de que a identificação precisa das dimensões mais importantes para os clientes evita investimentos em ações que não agregam valor.

Embora tenha havido, na última década, importantes avanços buscando o entendimento da manufatura flexível, há, ainda, muito trabalho que deve ser feito para elevar o entendimento de seu complexo fenômeno (VOKURKA & O`LEARY-KELLY<sup>2</sup>).

Cabe ressaltar que existe uma lacuna na literatura no que se refere ao desenvolvimento de sistemáticas que contribuam para a identificação de potenciais de melhoria no processo produtivo, com foco na flexibilidade de manufatura.

## 2. MANUFATURA FLEXÍVEL

A flexibilidade da manufatura é uma característica multidimensional complexa que exige grandes investimentos, mas em muitos casos é responsável pela sobrevivência da empresa no mercado. Buiar<sup>3</sup> comenta que os maiores competidores dos grandes empresários do setor de confecções são as pequenas empresas que podem alterar, de um dia para o outro, as características de sua produção.

Para Vokurka & O`Leary-Kelly<sup>2</sup> a manufatura flexível reflete a habilidade da empresa em responder às mudanças das necessidades de seus clientes, bem como às incertezas das mudanças na competitividade, e que um simples crescimento da manufatura flexível, não necessariamente significa um crescimento da “performance” da empresa. Isto dependerá do grau de crescimento, junto com a manufatura flexível, dos fatores ambientais, estratégia, atributos organizacionais e tecnológicos, ou seja, a flexibilidade não é um termo que representa uma simples variável, mas uma grande classe de variáveis.

Serrão<sup>4</sup> afirma que “dentre as fontes de vantagens competitivas mais difundidas (custo, tempo, qualidade e flexibilidade), a flexibilidade de manufatura tem emergido como um elemento-chave para a diferenciação e potencialização da competitividade”. Esta afirmação do autor pode ser observada dentro das empresas, por meio da busca constata em transformar os funcionários em polivalentes, responder rapidamente as mudanças do mercado, reduzir o tempo de *set up*, reduzir o tempo de lançamento de novos produtos, aumentar o *mix* de produtos e, principalmente, aumentar a satisfação do cliente através da customização dos produtos. Esta situação também é constatada por Bengtsson & Olhager<sup>5</sup>, afirmando que a flexibilidade está se tornando importante para a manufatura, para responder ao aumento das mudanças, redução do ciclo de vida dos produtos, crescimento da demanda de customização de produto a preço de venda padrão e comercialização globalizada.

Gupta & Goyal<sup>6</sup> comentam que o mais importante é que a flexibilidade personifica o valor competitivo da manufatura. Por exemplo, em um problema básico de incerteza da demanda, a habilidade de um sistema de manufatura responder apropriadamente a esta incerteza determinará a estabilidade e aproveitamento da unidade de negócio.

A manufatura das empresas nacionais vem encontrando desafios constantes decorrentes do aumento da competitividade e das incertezas vinculadas às mudanças de curto e longo prazos. Em função desta situação, a flexibilização da manufatura está se tornando um diferencial competitivo, tanto para absorver as mudanças do mercado como para preparar-se para as incertezas internas, decorrentes, por exemplo, da iminência de quebra de máquinas ou problemas com fornecedores.

Um dos limitadores da flexibilidade é o custo dos investimentos necessários, pois além do alto volume financeiro existe o risco associado à instabilidade da economia. Gupta & Goyal<sup>6</sup> afirmam que, buscando equilíbrio entre eficiência e flexibilidade, a manufatura pode ser eficiente nos custos e customizada todo o tempo.

### 3. FLEXIBILIDADE

Em função do crescimento de sua importância, a flexibilidade tem se tornado, nos últimos anos, o objetivo de diversos estudos teóricos e práticos. Mesmo com certo avanço nas pesquisas, ainda não se definiu um conceito aceito pela maioria dos estudiosos. Para Slack<sup>7</sup>, quando desconsiderados os limites de tempo e de custo, todas as mudanças são teoricamente possíveis, podendo-se desfazer um sistema e implantar outro. Caso isto ocorra, não pode ser considerada flexibilidade, e sim uma mudança fundamental. O autor complementa, afirmando que “onde termina a flexibilidade e começa a mudança fundamental é, de certa forma arbitrária, embora considere que flexibilidade significa mudanças em uma atividade operacional sem mudanças substancial ou fundamental nas suas instalações físicas”.

Segundo Ferreira<sup>8</sup>, flexibilidade é “qualidade de ser flexível, elasticidade, destreza, agilidade”, dentre outros. Ao analisar o significado de flexibilidade descrito em tal dicionário, observa-se que a mesma representa a capacidade de passar para outra situação, havendo a possibilidade de retorno ao ponto original.

No sentido de entender o que é flexibilidade, Koste & Malhotra<sup>9</sup>, dividem a flexibilidade em tipos ou dimensões, e cada dimensão é constituída de elementos. A utilização das expressões tipo ou dimensão varia segundo cada autor: Gupta & Goyal<sup>6</sup>, Slack<sup>10</sup>, Corrêa & Slack<sup>1</sup> e Mohamed *et al.*<sup>11</sup> utilizam a expressão “tipos de flexibilidade” e Koste & Malhotra<sup>12</sup>, Serrão<sup>4</sup> e Bengtsson & Olhager<sup>5</sup> utilizam “dimensões de flexibilidade”.

Na tabela 1, Serrão<sup>4</sup> apresenta dimensões citadas com maior frequência na literatura.

Tabela 1 – Dimensões da flexibilidade de manufatura citadas com maior frequência (SERRÃO<sup>4</sup>).

Dimensões da Flexibilidade			
FLEXIBILIDADE DE ENTREGA	FLEXIBILIDADE DE EXPANSÃO	FLEXIBILIDADE DE MÃO-DE-OBRA	FLEXIBILIDADE DE MÁQUINA
FLEXIBILIDADE DE MIX DE PRODUTOS	FLEXIBILIDADE DE MODIFICAÇÃO DE PRODUTOS	FLEXIBILIDADE DE OPERAÇÃO	FLEXIBILIDADE DE MATERIAL
FLEXIBILIDADE DE SEQUENCIAMENTO	FLEXIBILIDADE DE NOVOS PRODUTOS	FLEXIBILIDADE DE ROTEAMENTO	FLEXIBILIDADE DE MOVIMENTAÇÃO DE MATERIAIS
FLEXIBILIDADE DE VOLUME	FLEXIBILIDADE DE PROCESSO	FLEXIBILIDADE DE PRODUTO	FLEXIBILIDADE DE PRODUÇÃO

Para Slack<sup>7</sup>, antes de definir o tipo de flexibilidade de um sistema, é necessário definir o tipo de flexibilidade que os recursos necessariamente deverão possuir. Neste caso, o autor afirma que a flexibilidade de recursos significa a habilidade de mudar, inerente:

- à tecnologia de processo da operação;
- aos recursos humanos da operação;
- às redes de suprimentos, os sistemas que fornecem e controlam a operação.

Para cada exigência do mercado, pode-se requerer mais um recurso do que outro, por exemplo, quando a empresa compete em mercados que exigem alto grau de flexibilidade de novos produtos, precisa-se de uma tecnologia de processo com faixa suficiente para trabalhar com uma ampla variedade de novos produtos. No caso de empresas com larga faixa de produtos (flexibilidade de *mix*), esta deverá ser apoiada por rápidas trocas e preparações de suas tecnologias de processo, da mesma maneira que a flexibilidade de volume pode ser apoiada na habilidade de alocação de pessoal.

A flexibilidade da rede de suprimentos pode ser necessária naqueles casos em que os clientes exigem flexibilidade de entrega, ou seja, os detalhes variam, dependendo das circunstâncias competitivas, mas a base para a flexibilidade do sistema é originada dos recursos.

Com isso, Slack<sup>7</sup> é contundente em afirmar que “seja qual for a flexibilidade de sistema que uma operação de manufatura quer atingir, ela a obtém diretamente da flexibilidade dos seus recursos individuais”

#### 4. MODELO PROPOSTO

O modelo trabalha com três grupos de variáveis vinculadas à flexibilidade, sendo o primeiro grupo composto das dimensões externas da flexibilidade percebidas pelo mercado, o segundo apresenta as dimensões internas da flexibilidade e o terceiro as variáveis vinculadas às atividades do processo produtivo (Figura 1).

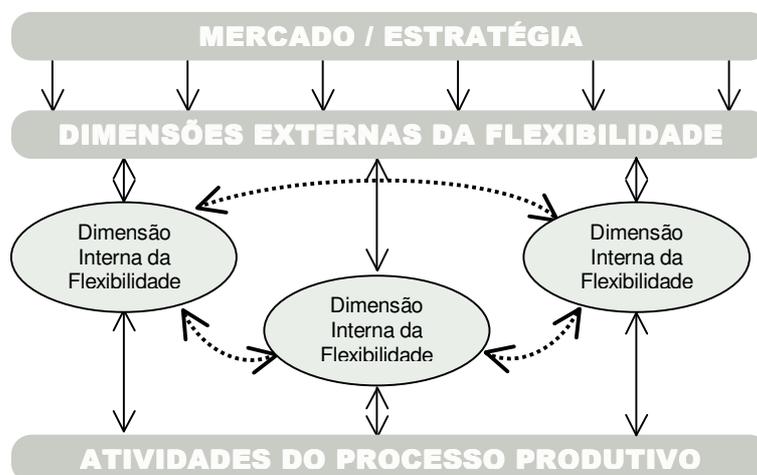


Figura 1 – Estrutura básica do modelo proposto.

De modo geral, neste modelo considera-se que as atividades do processo produtivo contribuem ou restringem o nível de flexibilidade das dimensões internas e, conseqüentemente, que estas dimensões influenciam o desempenho das dimensões externas da flexibilidade percebidas pelos clientes.

A utilização da sistemática inicia-se pela definição das dimensões externas a serem analisadas. Esta definição pode ser orientada pelo grau de importância dos clientes em relação às dimensões externas da flexibilidade ou por meio de definições estratégicas, dos gestores da empresa, de quais dimensões externas serão analisadas no modelo.

Seguindo a lógica do modelo, identifica-se a correlação entre as dimensões externas e internas da flexibilidade. Este último grupo de dimensões será utilizado para identificar sua correlação com as atividades do processo produtivo, por meio dos recursos de cada atividade.

Para finalizar, o levantamento de dados do modelo realiza a correlação entre as dimensões internas da flexibilidade, que é um fator importante para os gestores da manufatura. Neste último passo, o modelo procura identificar a correlação entre as dimensões internas da flexibilidade com o objetivo de mapear e disponibilizar informações para o gerenciamento dos *trade-offs* existentes.

O modelo é composto de 8 etapas, apresentadas a seguir:

- Etapa 1- Definição do mercado, produto e processo produtivo;
- Etapa 2 – Formação e preparação da equipe de trabalho;
- Etapa 3 – Identificação das variáveis do processo produtivo: dimensões internas e externas da flexibilidade e atividades do processo produtivo;
- Etapa 4 – Levantamento dos recursos das atividades;
- Etapa 5 – Correlação entre as dimensões externas e internas da flexibilidade;

- Etapa 6 – Correlação entre as dimensões internas da flexibilidade e atividades do processo produtivo;
- Etapa 7 – Correlação entre dimensões internas da flexibilidade;
- Etapa 8 – Análise conjunta dos dados.

## 5. ANÁLISE DA APLICAÇÃO DO MODELO

A empresa em que foi aplicado o modelo possui 10 anos de existência e está localizada na cidade de São Bento do Sul, região considerada um pólo exportador do setor moveleiro do país. A empresa em questão possui 27 funcionários, dos quais 2 exercem funções gerenciais. Os mercados atendidos são: a exportação de móveis prontos e serviços de terceirização para grandes empresas exportadoras.

Com a aplicação do modelo obtiveram-se resultados como a identificação das dimensões externas mais importantes para o principal cliente, responsável por 95% do faturamento da empresa, que neste caso são a Flexibilidade de Entrega e Flexibilidade de Volume de Produtos. Esta abordagem contribui para a empresa discutir com seu cliente questões não apenas relacionadas ao preço, mas em fatores que agregam valor.

Internamente, constatou-se que, a dimensão interna Flexibilidade de Roteamento possui a maior influência negativa sobre o desempenho das dimensões externas da flexibilidade, como por exemplo, sobre as dimensões mais importantes para o principal cliente. Este resultado foi validado por meio da análise do processo produtivo, identificando que, realmente, eram limitadas as rotas alternativas para a manufatura dos produtos, limitando a flexibilidade da empresa.

Analisando as atividades do processo produtivo (figura 2), observou-se que os recursos tecnológicos de atividades como Descarga de Matéria-Prima e Carga de Produtos Acabado e Lixar possuem maior peso relativo em relação às atividades do processo, limitando a flexibilidade das dimensões internas da manufatura, ou seja, mesmo que os recursos organizacionais e suprimentos vinculados a esta atividade não limitem as dimensões, a flexibilidade da manufatura de modo geral está sendo prejudicada pelos recursos tecnológicos destas atividades.

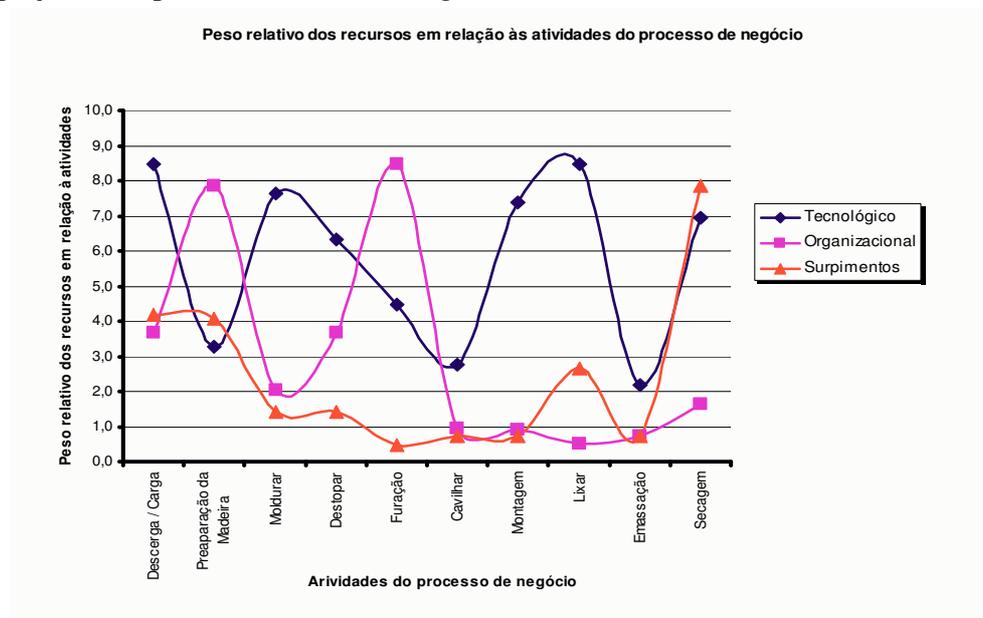


Figura 2 – Limitação dos recursos das atividades sobre as dimensões internas da flexibilidade.

No caso das atividades de Preparação da Madeira e Furação (Figura 2), identificou-se que os recursos organizacionais são os maiores limitadores da flexibilidade destas atividades.

## 6. CONCLUSÃO

O aumento da concorrência vem exigindo competitividade das empresas. Esta competitividade é baseada em vários fatores, dentre estes a flexibilidade da manufatura, pois além da flexibilidade contribuir como amortecedor das incertezas causadas pelas constantes mudanças do mercado, possui grande importância à absorção de não conformidades internas.

Como a base teórica ainda não está totalmente consolidada e consensada, limitando o entendimento, as ferramentas de gerenciamento da flexibilidade estão pouco desenvolvidas e aplicadas na prática. Esta situação de não entendimento e gerenciamento faz com que a utilização da flexibilidade, como diferencial estratégico, não esteja totalmente desenvolvida.

Após a aplicação, constataram-se pontos fortes e resultados do modelo proposto, como por exemplo: permite aos gestores da manufatura identificar a importância das dimensões externas da flexibilidade para os clientes, possibilitou identificar o nível de influência de cada atividade do processo produtivo, por meio de seus recursos, sobre as dimensões internas da flexibilidade e, principalmente, contribuiu para o gerenciamento da flexibilidade por intermédio de variáveis (organizacional, tecnologias e de suprimentos) que são de domínio dos gestores da manufatura.

A aplicação do modelo permitiu a empresa direcionar seus esforços em dimensões da flexibilidade importantes para o cliente. As soluções para os potenciais de melhoria identificados serão desenvolvidas posteriormente, decorrentes da necessidade de análise de outros fatores gerenciais e estratégicos.

## 7. REFERÊNCIAS

1. CORRÊA, H. L., SLACK, N., Flexibilidade estratégica na manufatura: incertezas e variabilidade de saída. **Revista de administração da USP**, v. 29, n. 1, 1994.
2. VOLKURKA, R. J., O'LEARY-KELLY, S. W., A review of empirical research on manufacturing flexibility. **Journal of operations management**, v. 18, n. 4, pp. 485-501, 2000.
3. BUIAR, D. R., **Vantagem competitiva da flexibilidade via tecnologia de informação: um modelo de auditoria e estudo de caso no polo automotivo paranaense**. 193f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) Universidade Federal de Santa Catarina, 2000.
4. SERRÃO, R.O.B., **Um estudo sobre a flexibilidade de manufatura e sua percepção e efetivação em micro e pequenas empresas**. Dissertação de Mestrado. Departamento de Engenharia Industrial. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2001.
5. BENGTTSSON, J., OLHAGER, J., The impact of the product mix on the value of flexibility. **The international journal of management science – OMEGA**. n. 30, p 265-273, 2002
6. GUPTA, Y.P., GOYAL, S., Flexibility in manufacturing systems: concepts and measurements. **European journal of operational research**, v. 43 pp. 119-135, 1989.
7. SLACK, N., **Vantagem competitiva em manufatura: atingindo a competitividade nas operações industriais**. Ed. Atlas, São Paulo, 1993.
8. FERREIRA, A. B. de H., **Novo dicionário da língua portuguesa**. Rio de Janeiro, Nova Fronteira, 2000.
9. KOSTE, L. L., MALHOTRA, M. K., A theoretical framework for analyzing the dimensions of manufacturing flexibility. **Journal of operations management**, v.18, n. 1, pp 75-93, 1999.
10. SLACK, N, *at al*. **Administração da Produção**, Ed. Atlas, São Paulo, 1997.
11. MOHAMED, Z. M., YOUSSEF, M. A., HUQ, F., The impact of machine flexibility on the performance of flexible manufacturing systems. **International journal of operations & production management**. v. 21 n. 5/6, pp. 707-727, 2001.
12. KOSTE, L. L., MALHOTRA, M. K., Trade-offs among the elements of flexibility: a comparison from the automotive industry. **The international journal of management science**. v. 28, pp. 693-710, 2000.

# MODEL FOR IDENTIFICATION OF RESOURCES THAT LIMIT THE MANUFACTURING FLEXIBILITY

Charles Edsom Savaris, Msc.

Universidade Federal da Santa Catarina

Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas

Campus Universitário – Trindade – Florianópolis – SC – CEP 88040-970

[charles@deps.ufsc.br](mailto:charles@deps.ufsc.br)

Osmar Possamai, Dr.

Universidade Federal da Santa Catarina

Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas

Campus Universitário – Trindade – Florianópolis – SC – CEP 88040-970

[possamai@deps.ufsc.br](mailto:possamai@deps.ufsc.br)

*Due to the constants changes in the competitive atmosphere, it is being demanded the constant search from the companies for the flexibility of its structures. The flexibility became a competitive diferencial, because besides preparing the company for the external changes, it serves as shock absorber of the internal uncertainties of the organization. The model proposed in this work has as objective identify improvement opportunities to increase the flexibility of the manufacture, especially of its technological, supplies and organizational resources. Initially, the model proposes the classification of the dimensions of the flexibility in internal and external, in that the external dimensions of the flexibility are represented by those attributes of the product or service noticed by the customers. The internal dimensions serve as support for the performance of the external dimensions. After this classification, the model guides for the evaluation of the correlations among these external and internal dimensions, looking for to identify the internal dimensions that are limiting the acting of the external ones. Soon after, the resources of the activities that are limiting these internal dimensions are identified, allowing to address the improvements in the productive process. The developed model was applied in a company of the furniture industry, located in São Bento do Sul, north of the State of Santa Catarina, with considerable acceptance by the entrepreneur, where it commented that the model " turned an abstract term in concrete variables", managed daily in the company. As example of results obtained with the application of the model, we can mention the identification of the resources of the company, which was limiting the flexibility of the manufacture.*

*Key Words: Manufacture, Flexibility, Dimensions of the Flexibility.*