



PROPOSTA METODOLÓGICA PARA AVALIAÇÃO DA COMPETITIVIDADE COM BASE EM MODELO DE HIERARQUIA *FUZZY*

Cristina Gomes de Souza

CEFET/RJ – Departamento de Engenharia de Produção – cgsouza@cefet-rj.br
Av. Maracanã, 229 Bloco E 1º andar Maracanã Rio de Janeiro RJ

Carlos Alberto Nunes Cosenza

COPPE/UFRJ – Programa de Engenharia de Produção
Cidade Universitária – Ilha do Fundão – Bloco F – Sala F110

Orlando Nunes Cosenza

COPPE/UFRJ – Programa de Engenharia de Produção
Cidade Universitária – Ilha do Fundão – Bloco F – Sala F110

O artigo tem por objetivo apresentar a proposta metodológica de um modelo capaz de avaliar a competitividade das nações identificando os setores ou segmentos industriais que apresentam maiores vantagens competitivas a fim de auxiliar a tomada de decisão por parte dos principais atores sociais – governos e setores produtivos – interessados na questão. A formulação do Modelo de Avaliação da Competitividade Industrial - MACI, encontra-se baseada no Modelo de Hierarquia *Fuzzy* e desenvolve-se a partir de operações envolvendo matrizes de Necessidades (demanda) e Disponibilidades (oferta) de fatores competitivos de caráter sistêmico, estrutural e empresarial, até se chegar à Matriz de Índices de Competitividade. Além da utilização de princípios da lógica *fuzzy* que permite melhor avaliar uma realidade onde imprecisões e subjetividades encontram-se presentes, o modelo viabiliza a realização de simulações para prever o impacto que a interferência em determinados fatores teria sobre o desempenho competitivo de setores e nações.

Palavras-Chave: avaliação de competitividade; modelo de hierarquia fuzzy; tomada de decisão

The objective of this work is to present a model proposal – *Industrial Competitiveness Evaluation Model* – to evaluate the nations competitiveness related with different kinds of industries, based on *Fuzzy Hierarchy Model*. With the construction of the Necessities Matrix (demand) and Availabilities Matrix (supply) comprising sistematic, structural and management competitiveness factors are realized operations to present the final results that is Competitiveness Index Matrix. This result allows the identification of the kind of industries that a nation has greatest competitiveness capacity and the best nation to located a kind of industrial plant. The model also permits to do simulations to know the impact that the interference on specific factors would have in the competitiveness *ranking* of the nations. The *Industrial Competitiveness Evaluation Model* facilitates the decision making process and is an important tool to be used by governments and firms that are interested in the question.

Key-words: competition evaluation; fuzzy hierarchy model; decision making

1. INTRODUÇÃO

Os estudos sobre competitividade vêm ganhando importância desde o final da década de 70, em função das grandes transformações, principalmente de caráter econômico, científico e tecnológico que passaram a ocorrer. O processo de globalização da economia e o conseqüente



aumento da concorrência fizeram com que a preocupação com a competitividade se fizesse cada vez mais presente.

Hoje a noção de competitividade não se restringe mais a análise de preços, custos e taxas de câmbio, passando a incorporar fatores como a ordenação macroeconômica, as infra-estruturas existentes, o sistema político-institucional, e as características sócio-econômicas, dando ênfase ainda a questões como o nível educacional e o estágio de desenvolvimento científico e tecnológico.

Como a competitividade industrial contribui para ampliar a renda e a oferta na economia, constituindo-se importante fator para o desenvolvimento quantitativo e qualitativo das demais atividades econômicas (FERRAZ et al., 1995), faz-se necessário a elaboração e implementação de políticas industriais que fortaleçam e garantam a competitividade de determinados setores da economia.

O objetivo do artigo é apresentar a proposta metodológica de um modelo capaz de avaliar a competitividade das nações identificando os setores ou segmentos industriais que apresentam maiores vantagens competitivas a fim de auxiliar a tomada de decisão por parte dos principais atores sociais – governos e setores produtivos – interessados na questão.

Através da aplicação do Modelo de Avaliação da Competitividade Industrial – MACI, se torna possível:

- a) Identificar os setores ou segmentos industriais que as nações apresentam maior capacidade competitiva a fim de orientar os governos na elaboração de políticas industriais e de C&T;
- b) Identificar as nações que apresentam maiores vantagens competitivas para cada setor ou segmento industrial a fim de orientar a tomada de decisão por parte do empresariado na alocação dos investimentos em novas plantas industriais;
- c) Simular mudanças – interferências – na disponibilidade (oferta) de fatores de modo a verificar o novo posicionamento da nação no *ranking* de competitividade.

Assim sendo, a aplicação do modelo ora proposto, ao permitir que se tenha um diagnóstico das condições competitivas dos diversos setores da economia, constitui-se instrumento capaz de fornecer subsídios para a formulação de políticas industrial e de C&T. O conhecimento dos pontos críticos bem como das dificuldades de superá-los num dado horizonte de tempo pode servir de base para um planejamento que objetive melhorar o desempenho de determinados setores de interesse tais como:

- a) setores em que o país apresenta ou que, com alguma interferência do governo, poderiam apresentar condições competitivas;
- b) setores estratégicos necessários à garantia da soberania nacional; e
- c) setores que devem ser incentivados por razões sociais ou que atendam a especificidades da realidade brasileira, contribuindo para o desenvolvimento regional.

2. O MACI COMO INSTRUMENTO DE AUXÍLIO À TOMADA DE DECISÃO

A vantagem competitiva encontra-se sustentada em dois pilares: as condições ofertadas pelas nações em termos de infra-estrutura, desenvolvimento tecnológico, conjuntura econômica, social, política e outras, cabendo ao governo a criação, manutenção e desenvolvimento de uma conjuntura favorável capaz de atrair investimentos; e as condições das empresas que se encontram instaladas dentro das fronteiras dos países em termos de qualidade, produtividade, inovação etc. que, aliadas às condições sistêmicas e estruturais, permitem às empresas a produção e comercialização de bens e serviços competitivos (SOUZA, 2001).

Quanto à avaliação da competitividade das nações, os dois estudos mais abrangentes são os relatórios anuais elaborados pelo World Economic Forum - WEF e pelo International Institute for Management Development - IMD os quais, apesar de reunir amplo conjunto de dados quantitativos e qualitativos referentes aos fatores competitivos de uma série de países, não utilizam uma metodologia que permita a identificação da competitividade do universo analisado em relação aos diversos setores da economia (WEF, 1997; IMD, 1997).

Como nenhuma nação apresenta maior competitividade em todos os setores econômicos (PORTER, 1993), os resultados apresentados por esses relatórios – o *ranking* de competitividade das nações – têm sua significância reduzida como instrumento para orientar a tomada de decisão relativa



a alocação de investimentos por parte do empresariado bem como para orientar os governos no sentido de se estabelecer políticas industriais para fortalecer e desenvolver setores específicos da economia.

O objetivo do MACI é contribuir para os estudos de competitividade apresentando uma metodologia que preencha essa lacuna, permitindo não apenas a identificação das condições competitivas dos diversos setores industriais bem como dos fatores críticos que impedem um melhor desempenho dos mesmos. A modelagem, da forma com que se estrutura, possibilita que o MACI venha atender maior ou menor número de nações e setores econômicos, dependendo do interesse e necessidade dos tomadores de decisão, que têm condições de interferir no modelo, definindo o universo a ser analisado bem como inserindo e ou atualizando dados, o que permite a monitoração dos resultados ao longo do tempo. O MACI viabiliza ainda a realização de simulações com a finalidade de se prever o impacto que a interferência em determinados fatores teria sobre o desempenho competitivo de setores e nações.

3. METODOLOGIA

A formulação do MACI encontra-se baseada no Modelo de Hierarquia *Fuzzy* (COSENZA, 1994; TÁVORA JR., 1994; PORTO, 1996) que originalmente centrava-se na questão da localização industrial, a qual apresenta muitas semelhanças com a problemática em questão, só que com uma abordagem mais regionalizada (o objetivo inicial do então chamado Modelo Cosenza de Localização Industrial (COSENZA, 1981) era a identificação das vocações industriais de áreas geográficas servindo como instrumento de auxílio ao planejamento regional). Existem ainda três características que tornam a metodologia do Modelo de Hierarquia *Fuzzy* bastante adequada:

- 1) a utilização de princípios da lógica *fuzzy* que permite trabalhar de forma mais apropriada com uma realidade onde imprecisões, incertezas e subjetividades estão presentes;
- 2) a captação de recursos que extrapolam os estritamente necessários favorecendo localidades que apresentem recursos superiores aos demandados; e
- 3) os resultados obtidos consideram possibilidades de interferência permitindo que se verifique o desempenho de determinada região a partir da intervenção nas condições de oferta de fatores melhorando sua capacidade competitiva.

O MACI, entretanto, apresenta caráter mais abrangente e genérico que o Modelo Cosenza uma vez que tem por objetivo a identificação dos setores mais competitivos a nível nacional e não especificamente na escolha da melhor região para a localização de determinada tipologia industrial. A partir da formulação do problema, ou seja, da definição dos setores a serem analisados bem como do referencial (o que se pretende atingir), a aplicabilidade do MACI irá depender de um conjunto de informações (*inputs*) que são: a) definição dos fatores de competitividade; b) importância desses fatores; c) demanda requerida e oferta disponível; e d) capacidade de modificação da oferta de fatores (no caso de se prever interferências).

Conforme o Modelo de Hierarquia *Fuzzy*, o MACI desenvolve-se a partir do confronto entre demanda (indicadores da situação ideal) e oferta (indicadores da situação real) de fatores de competitividade industrial, atribuindo-se a cada um desses fatores um peso de acordo com sua importância para a competitividade de cada um dos setores analisados. Para tanto são elaboradas duas matrizes (no caso, de necessidades e de disponibilidades) cujo produto entre elas gera uma nova matriz (de resultados) que irá apresentar de forma hierarquizada as nações mais competitivas para cada um dos setores que compõem o universo de estudo.

Uma vez detectados os fatores competitivos que apresentam desempenho insatisfatório (disponibilidade inferior à necessidade), passa-se para uma análise de caráter prospectivo onde são determinados que fatores podem ser melhorados num determinado horizonte de tempo, fazendo-se simulações para verificar o impacto dessas melhorias na capacidade competitiva da nação.





5. DESENVOLVIMENTO DO MACI

As várias etapas que compõem o MACI são apresentadas a seguir, mostrando o desenvolvimento do modelo passo a passo.

5.1. Estruturação do Problema

Consiste na definição do problema, ou seja, qual o objetivo pretendido com a aplicação do modelo. Trata-se de identificar os setores com maior capacidade competitiva para se estabelecer uma política industrial? Trata-se de identificar quais os pontos críticos que dificultam um melhor desempenho em determinados setores de interesse estratégico ou de maior retorno social? Trata-se de obter subsídios para tomada de decisão no que se refere aonde alocar determinado investimento? A definição do objetivo fornecerá os parâmetros para a escolha do universo que fará parte do estudo:

- as NAÇÕES ou REGIÕES a serem avaliadas; e
- os SETORES ECONÔMICOS a serem investigados.

A estruturação do problema é definida pelo tomador de decisão tratando-se de uma fase interativa onde os *inputs* são escolhidos de acordo com as necessidades e interesses da situação a ser avaliada. Assim sendo, a seleção das regiões ou nações podem contemplar a avaliação da competitividade de um conjunto de países com diferentes localizações e graus de desenvolvimento, países pertencentes a um mesmo mercado comum tal como MERCOSUL e OCDE, ou mesmo, a competitividade entre os vários mercados comuns existentes.

Uma consideração, entretanto, deve ser feita pelo tomador de decisão a fim de que o resultado do modelo se torne efetivamente significativo: em se tratando de países com dimensões continentais que apresentam grandes diferenças regionais, é conveniente definir a sub-região que deverá fazer parte da avaliação, de modo a se trabalhar com os indicadores dessa sub-região e não com os indicadores globais do país, que poderão prejudicar a performance do mesmo na avaliação.

Este é o caso do Brasil, por exemplo, que numa comparação internacional pode apresentar bastante competitividade, dependendo do setor ou segmento abordado, se utilizar apenas os indicadores da Região Sudeste e não os indicadores nacionais. Basta verificarmos que nos últimos relatórios do Fórum Global e do IMD, o Brasil figura no *ranking* da competitividade das nações em posições bastante desfavoráveis a despeito de ser a oitava economia do mundo

Quanto aos setores ou segmentos a serem abrangidos pelo modelo, a definição desses também irá depender do interesse particular do tomador de decisão. Pode-se de forma mais ampla trabalhar com setores econômicos, ou ser mais específico, avaliando diversos segmentos industriais.

Um aspecto importante que deve ser considerado, é a existência de dados estatísticos que possam ser utilizados “alimentando” o modelo em etapas posteriores.

5.2. Definição dos Fatores de Competitividade

A definição dos fatores de competitividade trata-se de uma etapa crítica uma vez que serão esses fatores que determinarão a hierarquia de competitividade das regiões ou nações com relação aos setores ou segmentos que compõem o universo de estudo.

Conforme dito em capítulos anteriores não existe uma definição clara do que seja competitividade, o que faz com que a seleção dos fatores competitivos possa variar conforme o julgamento dos tomadores de decisão quanto a inclusão ou não de um determinado fator na avaliação.

Essa liberdade de trabalhar com o conjunto de fatores que cada tomador de decisão considera mais conveniente torna o modelo flexível permitindo que novos fatores venham a ser incorporados ou mesmo excluídos. Trata-se de um aspecto importante se for levado em consideração que a competitividade é dinâmica, o que faz com que fatores outrora de grande importância como mão-de-obra barata, por exemplo, tenha cedido espaço para a necessidade de se Ter uma mão-de-obra altamente qualificada capaz de trabalhar e desenvolver as tecnologias hoje existentes.



Como o modelo tem o objetivo de identificar quais os setores que apresentam maior competitividade no contexto de uma nação ou que nações apresentam maior competitividade em determinados setores específicos, o MACI demanda um conjunto mais amplo de fatores que abrange tanto fatores sistêmicos como fatores estruturais e empresariais.

Pode-se sugerir o seguinte conjunto de fatores a serem englobados pelo modelo, tomando-se por base o Estudo da Competitividade da Indústria Brasileira – ECIB (COUTINHO & FERRAZ, 1994), com relação aos fatores sistêmicos, estruturais e empresariais:

- **Fatores sistêmicos**

Macroeconômicos: taxa de câmbio; carga tributária; taxa do crescimento do produto interno; oferta de crédito e taxas de juros; política salarial etc.

Político-institucionais: política tributária; política tarifária; política de comércio exterior; apoio fiscal ao risco tecnológico; poder de compra do Governo

Legais-regulatórios: políticas de proteção à propriedade industrial; de preservação ambiental; de defesa da concorrência e proteção ao consumidor; de regulação do capital estrangeiro

Infra-estruturais: disponibilidade, qualidade e custo de energia, transportes, telecomunicações, insumos básicos e serviços tecnológicos (ciência e tecnologia; informação tecnológica; serviços de engenharia; consultoria e projetos; metrologia, normalização e qualidade)

Sociais: sistema de qualificação da mão-de-obra (educação profissionalizante e treinamento); políticas de educação e formação de recursos humanos, trabalhista e de seguridade social.

Internacionais: tendências do comércio mundial; fluxos internacionais de capital, de investimento de risco e de tecnologia; relações com organismos multilaterais; acordos internacionais.

- **Fatores estruturais**

Mercado: tamanho e dinamismo; grau de sofisticação; acesso a mercados internacionais

Configuração da Indústria: desempenho e capacitação; estrutura patrimonial e produtiva; articulações na cadeia

Regime de Incentivos e Regulação da Concorrência: amparo legal; política fiscal e financeira; política comercial; papel do Estado

- **Fatores empresariais:**

Gestão: marketing; serviços pós-venda; finanças; administração; planejamento

Capacidade Inovativa: produto; processo; transferência de tecnologia

Recursos Humanos: produtividade; qualidade; flexibilidade

Capacidade Produtiva: equipamentos; técnicas organizacionais; qualidade

5.3. Definição da Importância dos Fatores

A terceira etapa do modelo consiste na atribuição de pesos a cada um dos fatores considerados na etapa anterior, de acordo com sua importância para cada um dos fatores que compõem o universo de avaliação.

A mão-de-obra altamente especializada, por exemplo, pode ser considerado um fator crucial para setores que envolvem alto nível de tecnologia como telecomunicações e desenvolvimento de softwares, mas não terá a mesma importância para outros setores como construção civil, siderurgia etc. Da mesma forma, a existência de um recurso natural pode ser relevante para um determinado setor e irrelevante para outro.

A atribuição da importância de cada fator é determinada pelo julgamento do decisor sendo necessário o conhecimento da realidade que envolve os setores e fatores que estão sendo avaliados. Não raro os decisores recorrem a opinião de especialistas para obterem maiores subsídios para tomada de decisão.

Para efeito do MACI, a atribuição da importância dos fatores deve ser considerada conforme a tabela abaixo:



IMPORTÂNCIA DOS FATORES SEGUNDO A NECESSIDADE	
Importância do fator (Requisitos)	Disponibilidade
Crucial (A_F)	Ótimo
Condicionante (B_F)	Bom
Pouco condicionante (C_F)	Regular
Irrelevante (D_F)	Fraco

Conforme o Modelo de Hierarquia Fuzzy, as seguintes restrições devem ser observadas:

- i. $B_F > nC_F + nD_F$: o total atribuído a um fator condicionante deve ser maior que a soma dos totais atribuídos aos demais fatores pouco condicionantes e irrelevantes;
- ii. $C_F > nD_F$: o total atribuído a um fator pouco condicionante deve ser maior que a soma dos totais atribuídos aos fatores irrelevantes; e
- iii. a inexistência de um fator crucial A_F elimina a alternativa

A opção por uma escala abrangendo quatro opções (crucial, condicionante, pouco condicionante e irrelevante) deve-se ao fato de que uma divisão em maior quantidade de opções faz com que se reduza a distância entre os diversos níveis de escolha. Em se tratando de classificação em função de juízos de valor a maior aproximação entre as várias opções poderia vir a gerar distorções fazendo com que o decisor não se posicionasse de forma clara, ficando em dúvida quanto a exata importância a ser atribuída a cada fator.

Outra observação a ser feita é que uma escala com quatro opções (número par) evita a tendência humana de, sempre no caso de qualquer dúvida, optar pela posição central, perdendo-se um pouco o verdadeiro julgamento que o decisor tem a respeito daquela variável.

5.4. Construção da Matriz de Necessidades

A Matriz de Necessidades (A) vem a ser a matriz que relaciona a importância dos fatores para cada um dos setores analisados. Tem-se assim: $A = [a_{ij}]_{h \times n}$ onde h = setores industriais, n = fatores de competitividade e a_{ij} = valores atribuídos conforme a importância dos fatores para cada setor.

Matriz de Necessidades $A = [a_{ij}]_{h \times n}$

Fator (n)	N_1	n_2	N_3	n_4	...	n_i
Setor (h)						
h_1	A_{11}	a_{12}	A_{13}	a_{14}	...	a_{1j}
h_2	A_{21}	a_{22}	A_{23}	a_{24}	...	a_{2j}
h_3	A_{31}	a_{32}	A_{33}	a_{34}	...	a_{3j}
:	:	:			...	
h_i	A_{i1}	a_{i2}	A_{i3}	a_{i4}	...	a_{ij}

Onde a_{ij} assume os valores definidos na etapa 5.4.3, ou seja: crucial; condicionante; pouco condicionante; ou irrelevante.

A Matriz de Necessidades, portanto, apresenta o diagnóstico dos fatores de competitividade necessários para cada setor bem como sua importância relativa.

5.5. Construção da Matriz de Disponibilidades

A Matriz de Disponibilidades (B) é a matriz que apresenta a existência ou não dos fatores competitivos nos níveis (qualidades e quantidades) necessários para atender cada setor analisado nas regiões abrangidas pelo modelo. Tem-se assim: $B = [b_{jk}]_{n \times m}$ onde n = fatores de competitividade, m



= nações ou regiões que compõem o universo de estudo, e b_{jk} = valores atribuídos conforme a disponibilidade dos fatores em cada região m.

Matriz de Disponibilidades $B = [b_{jk}]_{n \times m}$

Nação (m)	m_1	M_2	m_3	m_4	...	m_k
Fator (n)						
n_1	b_{11}	b_{12}	b_{13}	b_{14}	...	b_{1k}
n_2	b_{21}	b_{22}	b_{23}	b_{24}	...	b_{2k}
n_3	b_{31}	b_{32}	b_{33}	b_{34}	...	b_{3k}
:	:	:			...	
n_j	b_{j1}	b_{j2}	b_{j3}	b_{j4}	...	b_{jk}

Para a definição de b_{jk} utiliza-se também uma escala de 4 (quatro) valores:

FATORES DE COMPETITIVIDADE
Disponibilidade
Ótima
Boa
Regular
Fraca

A Matriz de Disponibilidades, portanto, apresenta o diagnóstico dos recursos – fatores competitivos – disponíveis em cada região abrangida pelo estudo bem como o nível de oferta desses fatores.

5.6 Construção da Matriz Cruzamento: Necessidades X Disponibilidades

A Matriz Cruzamento (C) é a matriz que apresenta o resultado do confronto entre as necessidades e disponibilidades de fatores competitivos em cada região de modo a atender os diversos setores que fazem parte do estudo. Tem-se assim $C = [c_{ik}]_{h \times m}$ onde h = setores industriais, m = nações ou regiões, e c_{ik} = índice que representa as possibilidades de localização de i setores industriais nas k nações ou regiões objeto de estudo, de modo que:

- i. $\max_k c_{ik} = \bar{c}_i \rightarrow$ indica a nação que apresenta as melhores condições competitivas para o setor tipo i
- ii. $\max_i c_{ik} = \bar{c}_k \rightarrow$ indica o setor mais competitivo para a nação k

Matriz Cruzamento $C = [c_{ik}]_{h \times m}$

Nação (m)	m_1	M_2	m_3	m_4	...	M_k
Setor (h)						
h_1	c_{11}	c_{12}	c_{13}	c_{14}	...	c_{1k}
h_2	c_{21}	c_{22}	c_{23}	c_{24}	...	c_{2k}
h_3	c_{31}	c_{32}	c_{33}	c_{34}	...	c_{3k}
:	:	:			...	
h_i	c_{i1}	c_{i2}	c_{i3}	c_{i4}	...	c_{ik}

A definição de c_{ik} resulta do somatório dos produtos $a_{ij} \otimes b_{jk}$ obtidos da multiplicação da Matriz de Necessidades (A) pela Matriz de Disponibilidades (B). Para tanto, a operação $a_{ij} \otimes b_{jk}$ deve obedecer a seguinte regra de solução de coeficientes *fuzzy*:



b_{jk} (Disponibilidade) a_{ij} (Necessidade)	Ótimo	Bom	Regular	Fraco
Crucial	1	0	0	0
Condicionante	$1+1/n$	1	0	0
Pouco Condicionante	$1+2/n$	$1+1/n$	1	0
Irrelevante	$1+3/n$	$1+2/n$	$1+1/n$	1

Onde n é o número de fatores considerados. A Matriz Cruzamento, portanto, apresenta as melhores condições competitivas para os diversos setores industriais analisados levando-se em consideração as várias nações ou regiões abrangidas pelo modelo.

5.7. Construção da Matriz Diagonal

A Matriz Diagonal $D = [d_{ij}]_{h \times h}$ é uma matriz quadrada que apresenta o número de linhas e de colunas igual ao número de setores ou segmentos industriais que compõe o universo de estudo. Trata-se de uma matriz auxiliar cuja finalidade é permitir a transformação dos valores encontrados na Matriz C em índices de competitividade.

Na construção da Matriz D os valores na diagonal serão sempre igual ao inverso do somatório dos elementos $[a_{ij}]$. Já o restante da matriz recebe valor igual a zero. Ou seja:

$$d_{ij} = \begin{cases} 0 & \text{se } i \neq j \\ 1 / \sum_{i=1}^n a_{ij} & \text{se } i = j \end{cases}$$

Matriz Diagonal (D)

Número de colunas igual ao número de setores ou segmentos					
Número de linhas igual ao número de setores ou segmentos	$1 / \sum_{j=1}^n a_{ij}$	0	0	0	0
	0	$1 / \sum_{j=1}^n a_{ij}$	0	0	0
	0	0	$1 / \sum_{j=1}^n a_{ij}$	0	0
	0	0	0	$1 / \sum_{j=1}^n a_{ij}$	0
	0	0	0	0	$1 / \sum_{j=1}^n a_{ij}$

5.8. Construção da Matriz Índice de Competitividade

A Matriz de Índice de Competitividade (E) é a matriz que apresenta a competitividade das nações ou regiões na forma de índice. Tem-se assim $E = [e_{ik}]_{h \times m}$ onde h = setores industriais, m = nações ou regiões, e e_{ik} = índice de competitividade que representa a compatibilização entre as necessidades de fatores competitivos do setor h e as disponibilidades da nação ou região m . A Matriz E resulta do produto ordinário das matrizes D por C, ou seja:



$$E_{hxm} = D_{hxh} \times C_{hxm}$$

$$e_{ik} = \sum_{i=1}^h (d_{ij} + c_{ik})$$

$$\text{Se } e_{ik} \begin{cases} = 1 \text{ significa que a nação } m \text{ atende as necessidades no nível requerido} \\ < 0 \text{ significa que pelo menos um fator necessário não foi atendido} \\ > 1 \text{ significa que a nação } m \text{ oferece mais condições que as necessárias} \end{cases}$$

5.9. Simulações das Interferências

Como o conhecimento do diagnóstico das condições competitivas das nações ou regiões auxilia a tomada de decisão que envolve a elaboração de políticas industriais e de C&T, é importante a realização de simulações modificando a realidade existente no que se refere às disponibilidades, a fim de saber como as alterações – melhorias - que por ventura viessem a ser feitas nas condições de oferta de determinados fatores iriam impactar o posicionamento da nação ou região no que se refere a competitividade. Com isso o tomador de decisão passa a ter melhores condições para decidir quanto a alocação de investimentos.

Para a realização das simulações basta que na Matriz de Disponibilidades B fossem observados quais os fatores que apresentam desempenho comprometedor, alterando o valor atribuído na matriz para condições mais favoráveis. Essas alterações só devem ser feitas nos fatores em que seja realmente viável, mediante interferência, o alcance da condição simulada num determinado horizonte de tempo.

A partir das mudanças na Matriz de Disponibilidades B, o processamento do modelo segue todos os demais passos previstos até se chegar a Matriz de Índice de Competitividade, podendo-se observar então qual o novo posicionamento da região em termos de competitividade.

6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O processo de globalização e o conseqüente aumento da concorrência fizeram com que empresas e governos passassem a se preocupar mais com a questão da competitividade. Evidência disso é o crescente interesse que o assunto vem despertando nos setores públicos e privados, sendo constatado um aumento significativo de estudos envolvendo a competitividade de nações, setores ou segmentos industriais e empresas.

Se por um lado as empresas adquiriram dimensões transnacionais fragmentando seu processo produtivo em busca de maiores vantagens competitivas, por outro os governos passaram a ter que enfrentar essa nova realidade, proporcionando condições que tornem atrativa a localização dessas empresas em seus territórios a fim de aumentar a renda e gerar empregos.

Para tanto é importante para os governos a identificação dos setores e segmentos industriais que apresentem maior competitividade bem como o conhecimento das vantagens competitivas e das deficiências de fatores críticos que apresentam em relação às demais nações.

Por parte da iniciativa privada a análise desses aspectos também é de grande interesse a fim de orientar a tomada de decisão que envolve investimentos em novas plantas industriais, particularmente no que se refere aos aspectos de escala e localização.

Embora o estudo da competitividade das nações seja hoje bastante debatido pelo World Economic Forum e pelo International Institute for Management Development, cada qual apresentando um relatório anual com o *ranking* de competitividade das nações, algumas considerações podem ser feitas quanto aos resultados alcançados. Apesar do grande esforço realizado pelas duas instituições no sentido de se obter um número significativo de dados quantitativos e qualitativos relativos a vários países, a metodologia adotada apresenta a



hierarquização entre as nações de forma muito genérica não possibilitando identificar a real condição competitiva de uma nação em se tratando de um setor industrial específico.

O objetivo do presente trabalho foi justamente apresentar a proposta de um modelo – Modelo de Avaliação da Competitividade Industrial - que permita avaliar a competitividade das nações em relação aos diversos setores ou segmentos industriais com base numa metodologia já consolidada – no caso, o Modelo Cosenza de Hierarquia *Fuzzy*.

A partir da construção das matrizes de Necessidades (demanda) e Disponibilidades (oferta) de fatores de caráter sistêmico, estrutural e empresarial, são realizadas várias operações gerando outras matrizes até se chegar ao resultado final, que é a Matriz de Índices de Competitividade. Esse resultado permite a identificação dos setores de maior capacidade competitiva para uma determinada nação, bem como a melhor nação para a localização de uma planta industrial pertencente a um setor ou segmento industrial específico.

Os resultados obtidos com a utilização do MACI irão depender: dos fatores competitivos considerados na estruturação do modelo; da importância e nível de necessidades atribuídos a esses fatores para cada setor ou segmento industrial que compõe o universo de estudo; e do conhecimento do nível de disponibilidade dos fatores existente em cada nação analisada.

Para garantir a confiabilidade dos resultados, não raro é indispensável a opinião de especialistas para que esses forneçam os *inputs* – dados de entrada - para a aplicação do modelo. Uma vez estando os *inputs* definidos, as demais operações que envolvem matrizes são previamente estabelecidas utilizando-se por vezes recursos da álgebra booleana.

Esse tipo de estruturação do modelo não apenas permite, como torna desejável, a elaboração de um *software* em que basta os *inputs* serem fornecidos para que o próprio programa computacional se encarregue de processar as diversas operações necessárias chegando ao resultado final. O *software* não apenas facilitaria a aplicação do MACI como permitiria a realização de diversas simulações onde as condições de disponibilidades poderiam ser alteradas para que fosse possível avaliar as novas condições competitivas de uma determinada nação mediante essas mudanças, o que seria de interesse para a tomada de decisão do governo quanto a alocação de investimentos e definição de políticas industriais. Como a avaliação da competitividade é um processo dinâmico, o *software* possibilitaria ainda um monitoramento constante a fim de se acompanhar as mudanças e tendências que estão ocorrendo no ambiente.

7. BIBLIOGRAFIA

- COSENZA, Carlos Alberto Nunes. *Localização Industrial: Delineamento de uma Metodologia para a Hierarquização das Potencialidades Regionais*. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 1994
- COSENZA, Carlos Alberto Nunes. *Industrial Location Model - A Proposal*. Cambridge University, 1981.
- COUTINHO, L. & FERRAZ, J.C. *Estudo da Competitividade da Indústria Brasileira*. Campinas, SP: Papyrus, 1994.