
Análise e estruturação de modelos baseada em inferência lógica: objetivos para o Porto de Santos

James T.C. Wright

Os administradores precisam de novos métodos para lidar com a diversidade e a complexidade crescentes ao abordarem a interação das organizações com a sociedade.

Problemas administrativos complexos envolvem fatores de áreas de conhecimento distintas, como economia, psicologia, marketing, engenharia, sociologia, ecologia, entre outras. Têm, portanto, caráter multidisciplinar e dependem dos conhecimentos de vários membros de uma organização. Os grupos interdisciplinares sentem dificuldade de comunicação, pois os especialistas trazem conceitos, linguagens e estilos de trabalho diferentes. No trabalho em grupo, a capacidade de persuasão de alguns dá peso desproporcional a seus argumentos, enquanto outros apresentam participação abaixo de seu potencial.

Recebida em maio/94
2ª versão em novembro/94

ANÁLISE E ESTRUTURAÇÃO DE MODELOS

A Análise e Estruturação de Modelos (*Interpretative Structural Modeling* — ISM) é uma técnica de apoio ao trabalho em grupo multidisciplinar que o auxilia a analisar questões complexas e organizar sua visão das mesmas. Foi concebida como um instrumento para aumentar a eficácia do trabalho em grupo. Nela o grupo de trabalho define uma estrutura hierarquizada com o auxílio de computador, elaborando um modelo estrutural do problema.

Uma nova abordagem do método ISM, baseada em procedimentos de inferência lógica, abre caminho para a utilização de nuances de relação entre o **sim**, o **não** e o **talvez**, tornando a técnica largamente aplicável na Administração.

CARACTERIZAÇÃO DE UMA SESSÃO DE ISM

Uma sessão de ISM parte da caracterização de um problema e da constituição de um grupo de pessoas com conhecimentos e experiências advindos dos diferentes domínios do saber necessários. Este grupo procura extrair do contexto do problema uma lista de elementos significativos, sendo a seguir escolhida uma relação para mapear as inter-relações entre eles. Identificados dois elementos de

James T.C. Wright é Professor Doutor do Departamento de Administração da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo.

um problema econômico, por exemplo, e uma relação do tipo **contribui para**, o sistema ISM formula perguntas como: A redução do consumo contribui para a estagflação?

Na formulação tradicional de ISM, o grupo responde **sim** ou **não**. À medida que as perguntas são respondidas, com o uso do computador vai sendo construída uma matriz, cujas linhas e colunas representam os elementos do problema e na qual as células apresentam as características do relacionamento entre esses elementos. Um dígrafo é utilizado como representação de uma situação, no qual os nós (elementos do problema) estão interligados através de linhas direcionais, indicando a existência de uma estrutura lógica.

O ISM não resulta, pois, em **soluções** para o problema considerado. Sua função é ajudar o grupo a integrar, consolidar e representar seu conhecimento sobre o assunto.

O processo segue seu curso até que todos os elementos componentes do problema tenham sido estruturados. Terminada essa fase de estruturação, o computador fornece a representação do modelo estrutural derivado das respostas dadas, o qual passa a ser examinado pelo grupo. Neste momento podem ser efetuadas revisões em sua estrutura para que reflita, o mais fielmente possível, a visão do grupo.

Durante a fase de estruturação do problema o computador limita-se a selecionar uma seqüência favorável de perguntas e a formular questões para o grupo, registrando as respostas e fazendo inferências lógicas sobre elas.

Em reuniões comuns, sem a utilização de metodologia estruturada como a de ISM, os participantes usualmente limitam-se a escolher alternativas entre as constantes em uma lista de elementos do problema; as relações entre os elementos do problema e a lógica global do conjunto de elementos geralmente não são exploradas.

O ISM dá ao grupo um instrumento poderoso que lhe permite desenvolver um modelo referente à estrutura do problema, antes de serem propostas soluções. Assim, a decisão do grupo e a proposição de ações somente acontecerão após se alcançar melhor compreensão das inter-relações de todos os elementos do problema.

Essa etapa final permite verificar se há, de fato, consenso grupal acerca do resultado obtido. Permite, também, a proposição de conclusões sobre o problema considerado, com base no modelo estrutural do grupo. Kapelouzos (1989) mostra haver ganho significativo de compreensão quanto ao problema considerado, em comparação a métodos usuais de trabalho em grupo.

Algumas áreas típicas de aplicação da técnica de ISM são:

- planejamento e administração urbanos, com participação dos interessados na definição de objetivos, prioridades e orçamentos;
- definição de hierarquia de objetivos em organizações complexas, como agências governamentais e associações de classe;
- definições de árvores de objetivos no planejamento estratégico;
- interpretação e representação sintética de relatórios e documentos;
- desenvolvimento de redes de precedência de atividades;
- planejamento e definição de políticas em programas complexos;
- desenvolvimento e organização de currículos em organizações de ensino.

Constatamos em aplicações na área de administração, no Brasil, haver, em todos os casos, contribuição positiva para a compreensão e a comunicação do problema e, na maioria deles, consenso total do grupo sobre a validade da estrutura como representação da visão grupal. Nessas situações, o ISM mostrou ser contribuição valiosa para a proposição de política e ações destinadas a resolver as questões consideradas (Wright, 1984; 1989; Jacob, Souza & Wright, 1984).

O método ISM permite enfrentar importante dilema, pois à medida em que o conhecimento aumenta, as soluções tornam-se mais complexas. Daí a figura do **supergerente**, capaz de decidir sozinho, e sem saber dizer bem como, os destinos de uma grande corporação. Parece razoável supor que esse **supergerente** carregue em seu cérebro o modelo funcional da organização e o de seu relacionamento com o ambiente, permitindo-lhe visualizar e avaliar com eficácia diferentes cursos de ação.

Se for possível dotar o gerente comum de visão que se aproxime daquela do **supergerente**, ganhos consideráveis poderão ser obtidos. Da mesma forma, se for possível aumentar o poder de comunicação do **supergerente** com referência ao seu **modelo mental** do empreendimento, ele poder-se-á valer, com maior eficácia, do conhecimento de especialistas de diferentes áreas técnicas. Seria ainda um avanço significativo se modelos úteis de problemas altamente complexos pudessem ser elaborados de maneira eficiente por grupos de especialistas, permitindo obter visão integrada de diferentes problemas. O planejamento estratégico moderno exige a capacidade de lidar com a complexidade, integrando o conhecimento

de especialistas sem subdividir o problema e subotimizar soluções em cada área de especialidade.

A Análise e Estruturação de Modelos contribui para esse processo, na medida que permite trabalhar com o conhecimento técnico especializado de diferentes áreas, estabelece a troca de informações entre grupos de trabalho e reforça a participação dos diferentes membros dos grupos, em processo estruturado de modelagem do problema. É, portanto, um mecanismo que pode trazer grande contribuição não só ao planejamento estratégico em si, mas também ao próprio desenvolvimento gerencial.

NOVO MÉTODO DE INFERÊNCIA LÓGICA

A representação da visão de um grupo na forma de um modelo estrutural de um problema é tarefa difícil, à qual o computador fornece apoio na análise das inferências sobre as relações entre os elementos do problema.

O processo clássico de estruturação utilizado na técnica de ISM baseia-se no uso de matrizes booleanas para a representação de estruturas lógicas e apresenta algumas limitações no tratamento das inferências. A limitação inicial é o tempo de resposta do sistema.

O cálculo booleano de inferências é bastante trabalhoso, requerendo grande número de operações matemáticas. Isto ocorre porque o cálculo se baseia em sucessivas potenciações de matrizes booleanas até que o resultado se estabilize, ou seja, a 99ª potenciação produza resultado igual à 100ª potenciação. Para cem elementos temos, potencialmente, 3,2 bilhões de operações a serem realizadas pelo computador para o cálculo das inferências possíveis, a cada resposta dada. O grupo deve, então, aguardar que o computador calcule todas as inferências possíveis a partir de uma dada resposta, para depois formular a pergunta seguinte.

A complexidade dos cálculos, a sofisticação dos programas e a dependência de computadores de grande porte limitaram as oportunidades de aplicação da abordagem clássica do método ISM. O fato de ser necessário um grande processador, realizando milhões de operações matemáticas em poucos segundos, para fornecer o apoio exigido à utilização do processo, gera a idéia errônea de que a máquina **maravilhosa** estaria **resolvendo** o problema para o grupo.

Essas limitações levaram à necessidade de aproximar o processo de ISM ao raciocínio humano, através de uma abordagem de inferência lógica. Surgiu, assim, a idéia de abandonar por completo os cálculos de potenciação de matrizes na busca da inferência por métodos matemáticos. O processo de inferência de-

veria passar a ser feito diretamente, a partir da estrutura conhecida do problema, de maneira muito mais próxima do processo humano. A funcionalidade desta abordagem está demonstrada a seguir.

Funcionalidade do novo método de inferência lógica

Para determinado problema de estruturação, consideremos o conjunto **C**, no qual os elementos podem ou não estar relacionados pela relação transitiva **R** (a inexistência de **R** será indicada pela notação **NR**):

$$C = (1, 2, 3, \dots, n)$$

Para determinado elemento **E** existe um subconjunto de **C**, composto por elementos sucessores de **E**, o qual denominaremos de **SE**, tal que:

$$\text{para } 1 \leq i \leq n \quad SE = \{E_i \mid E R E_i\}$$

Existe, ao mesmo tempo, outro subconjunto de **C**, composto por antecessores de **E**, o qual denominaremos de **AE**, tal que:

$$\text{para } 1 \leq i \leq n \quad AE = \{E_i \mid E_i R E\}$$

Pela propriedade de transitividade, para um elemento **Q**:

$$\text{se } Q R E, \quad \text{então, } Q R SE \quad [\text{Regra 1}]$$

Essa propriedade permite afirmar que se um dado elemento **Q** está relacionado ao elemento **E** através da relação transitiva **R**, então **Q** está relacionado a todos os elementos pertencentes ao conjunto **SE** de sucessores de **E**.

Por outro lado, para um elemento **P** relacionado a **E** através da relação **R**, podemos afirmar que, devido à propriedade da transitividade, os antecessores de **E** estão relacionados a **P** através da relação **R**:

$$\text{logo, se } E R P, \quad \text{então, } AE R P \quad [\text{Regra 2}]$$

Analogamente, se um elemento **K** não está relacionado a **E** através da relação transitiva **R**, então podemos afirmar que **K** não está relacionado através de **R** a nenhum dos elementos pertencentes ao conjunto **AE** de antecessores do elemento **E**, ou seja:

$$\text{se } K NR E, \quad \text{então, } K NR AE \quad [\text{Regra 3}]$$

Por outro lado, se temos uma situação em que um elemento **E** não está relacionado ao elemento **K** através de **R**, então, pela propriedade de transitividade, os sucessores de **E** não estão relacionados a **K**, ou seja:

$$\text{se } E NR K, \quad \text{então, } SE NR K \quad [\text{Regra 4}]$$

As regras de 1 a 4 permitiram construir um algoritmo de inferência lógica independente de operações booleanas com matrizes, o qual possibilita realizar com rapidez a análise de inferências para determinado elemento, através de operações lógicas com conjuntos.

A realização dessas operações exige tempo de processamento praticamente insignificante, do ponto de vista dos usuários, e capacidade de armazenamento de dados em memória de computador relativamente pequena, solucionando completamente o problema de implantação do ISM em computadores de pequeno porte.

Exemplo desse algoritmo pode ser elaborado considerando-se um sistema composto por sete elementos. Suponhamos, inicialmente, que desse sistema já são conhecidas as seguintes relações:

- 1 está relacionado com 2
- 2 está relacionado com 1
- 2 está relacionado com 3
- 4 está relacionado com 3
- 3 está relacionado com 5

O algoritmo deverá permitir, portanto, a estruturação dos elementos 6 e 7, a serem introduzidos no sistema.

As relações descritas acima podem ser apresentadas como na figura 1.

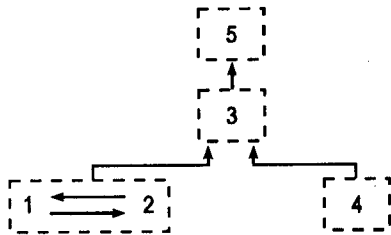


Figura 1: Relações Conhecidas

Considerando-se o elemento 3, conclui-se que o conjunto S_3 , dos sucessores de 3 (figura 2), é formado pelos elementos 3 e 5.

$$S_3 = \{3, 5\}$$

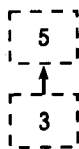


Figura 2: Sucessores de 3

O conjunto de antecessores (figura 3) é representado por A_3 , no qual:

$$A_3 = \{1, 2, 3, 4\}$$

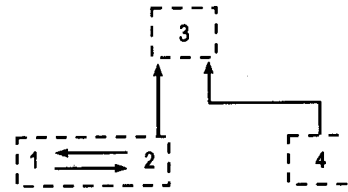


Figura 3: Antecessores de 3

Como cada elemento pode ser alcançado a partir de si mesmo, ele está presente tanto no conjunto de seus sucessores como no de seus antecessores.

Se novo elemento — 6 — é introduzido no contexto (figura 4), estabelecendo-se existir a relação R de 6 para 3, então pela Regra 1:

$$\text{Se } 6 R 3, \\ \text{então, } 6 R S_3$$

$$\text{Como } S_3 = \{3, 5\}, \\ \text{logo, } 6 R 3 \text{ e } 6 R 5$$

O conjunto de antecessores de 3 passa a ser:

$$A_3 = \{1, 2, 3, 4, 6\}$$

A inclusão do elemento 6 no sistema, com a informação de que 6 está relacionado a 3, permite visualizar de imediato estar o elemento 6 relacionado, por transitividade, ao elemento 5 (figura 4).

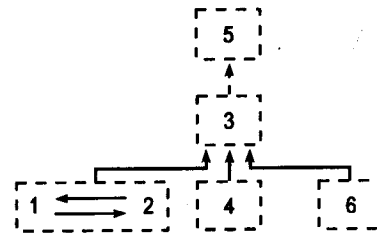


Figura 4: Relações com a Inclusão do Elemento 6

Na seqüência, é feita a inclusão do elemento 7, juntamente com a informação de que ele não está relacionado com 3 (figura 5). A inclusão permite inferir que o elemento 7 não está relacionado aos elementos 1, 2, 4 e 6 [Regra 3]. Esta inferência pode ser feita, pois, se o elemento 7 estivesse relacionado a qualquer um dos antecessores de 3, a propriedade da transitividade implicaria estar 7 relacionado ao elemento 3, o que seria contraditório com a condição inicial dada. Conseqüentemente, na ausência de outras informações, resulta não estar o elemento 7 relacionado aos demais elementos do dígrafo. Graficamente temos:

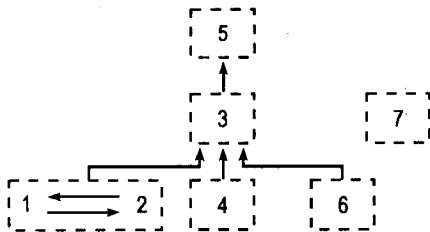


Figura 5: Relações com a Inclusão do Elemento 7

Visando verificar a consistência do método de inferência lógica com o método clássico, foi feita a reconstituição de dez sessões de estruturação realizadas no Brasil com o processo matemático proposto por Warfield (1976), nas quais foram utilizados computadores de grande porte e a abordagem clássica de ISM. Em todas as reconstituições, a estrutura original foi reproduzida fielmente pelo método da inferência lógica. Apesar de os dois processos utilizarem seqüências diferentes de tratamento dos elementos, com perguntas distintas em cada um deles, a estrutura obtida é idêntica, apresentando o mesmo número de níveis, cada nível contendo os mesmos elementos com ciclos idênticos e relações idênticas entre todos os elementos considerados.

A abordagem de inferência lógica traz contribuições importantes à técnica de ISM. A primeira é a simplificação do processo de cálculo, tomando viável sua aplicação em computadores de pequeno porte. A segunda é a aproximação ao raciocínio humano sobre inferências, melhorando a interface entre os usuários e a máquina e desmistificando o uso do computador. Finalmente, outra significativa contribuição dessa nova abordagem é não se limitar ao tratamento dos valores absolutos das relações, expressos por **1** e **0**, e passar a permitir o tratamento lógico de relações menos definidas.

Nas aplicações já realizadas foi usada uma relação alternativa, o **talvez**. Esta opção denota a possibilidade da existência de uma relação **R**, seja pela existência de uma relação considerada **fraca**, seja pela constatação de não ter o grupo de trabalho informação suficiente naquele momento para caracterizar a existência ou não da relação.

A possibilidade do tratamento dessas relações em processos de inferência lógica torna viável a aplicação da lógica difusa na estruturação de problemas administrativos, permitindo uma nova linha de desenvolvimento da técnica.

O CASO DO PORTO DE SANTOS

Uma aplicação extremamente interessante foi realizada como parte de um estudo sobre o futuro do Porto de Santos, na qual houve a possibilidade de tra-

balho integrado de técnicos especializados e participantes interessados, sem formação técnica específica.

Foram estruturados 18 objetivos gerais (figura 6), representando as principais sugestões dos sindicatos dos trabalhadores do Porto de Santos para a década de 90. Tomados em conjunto, esses objetivos definem novo posicionamento estratégico diante dos desafios, dos problemas e das oportunidades que se apresentavam para o Porto de Santos naquele momento. Têm por finalidade sugerir mudanças profundas nas estratégias e nos propósitos do complexo portuário de Santos. Representam projeto de modernização que pode nortear a atuação de todos os segmentos e interesses envolvidos, reorientando suas prioridades quanto às modernizações gerencial e operacional do Porto nos próximos anos.

A árvore de objetivos define o futuro desejável para o Porto de Santos, segundo a visão dos trabalhadores. A estrutura discrimina as relações entre os 18 objetivos prioritários, estabelecendo seus níveis hierárquicos. Os elementos constantes na base apoiam os objetivos superiores. Os objetivos-fim no ápice da estrutura representam os frutos da nova estratégia, resultantes dos demais objetivos. O aumento do volume de carga e da qualidade dos serviços, na década de 90, não é apenas a aspiração dos diversos grupos envolvidos no Porto: trabalhadores, empresários e governo. Trata-se de necessidade social e econômica da região e do País, consistente com as políticas dos governos federal, estadual e municipal. Sem dúvida, esses objetivos regionais só serão conquistados através de maior competitividade. Esta competitividade, por sua vez, resultará de vários fatores discriminados na estrutura, principalmente caracterizados pelo aumento da produtividade da mão-de-obra e pelo uso mais racional dos equipamentos portuários.

A análise do modelo leva a melhor entendimento do problema, ponto de partida para a formulação dos planos de ação. Na estrutura da figura 6 pode-se observar que os elementos situados em sua base contribuem para os dos níveis superiores e não dependem de outros objetivos. A modernização administrativa, a retenção dos recursos arrecadados no porto de origem, a política tarifária simples e flexível e a gestão tripartite do Porto de Santos formam a base para a estrutura como um todo. Os elementos situados nos níveis intermediários influenciam e são influenciados pelos outros. Desta forma, com a qualificação e a valorização dos recursos humanos busca-se melhor adequar a mão-de-obra às diversas tarefas a serem realizadas no Porto. Por fim, os elementos situados no topo da hierarquia representam os resultados finais, como a diversificação, a produtividade e a com-

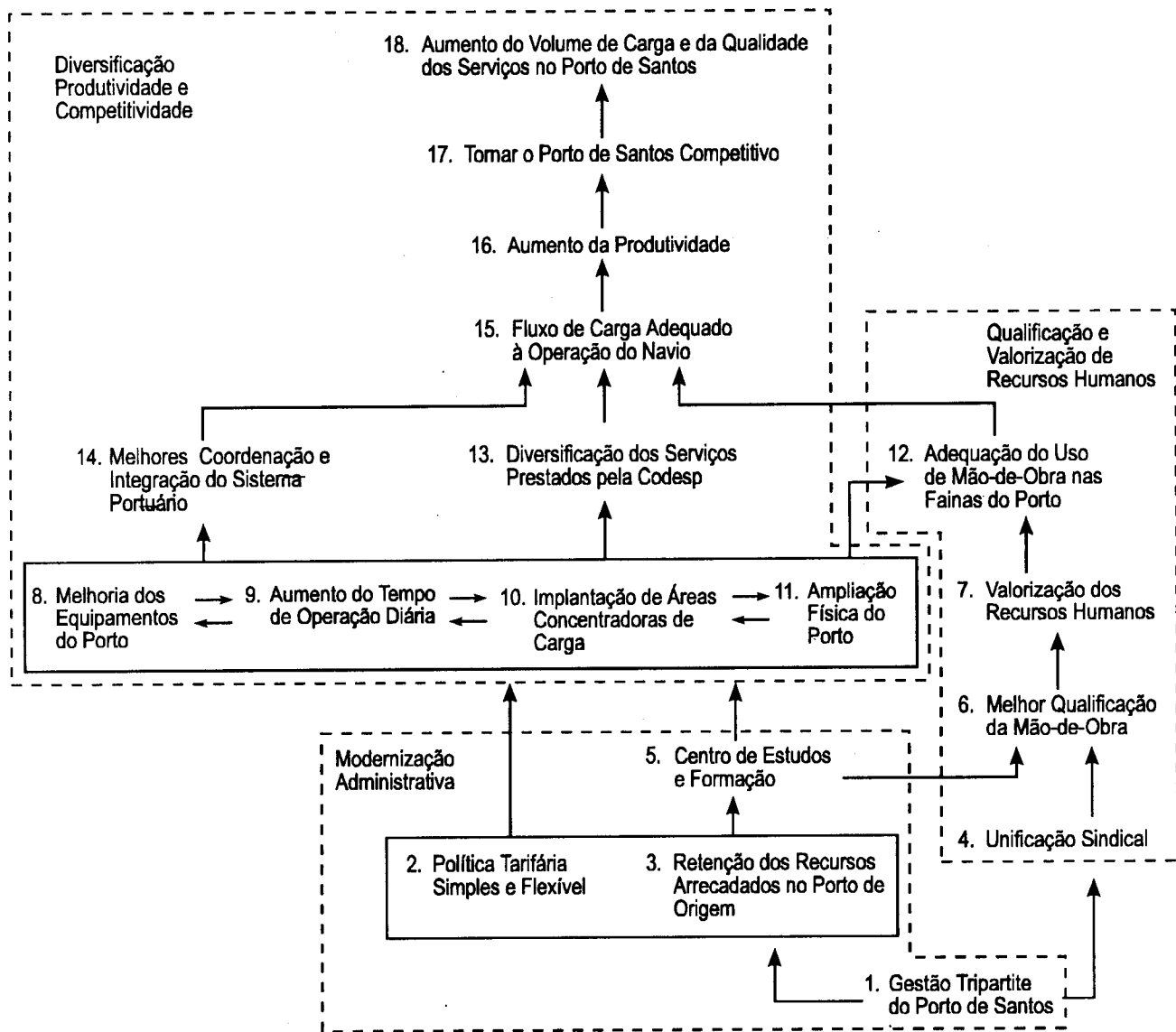


Figura 6: Objetivos para o Futuro do Porto de Santos

petitividade, através de várias medidas buscando adequar o fluxo de carga à operação do navio. Nesse exemplo, a estrutura construída sugere como ponto de partida para a ação imediata a realização dos objetivos situados nos níveis inferiores, que não dependem de outros objetivos e contribuem para viabilizar os resultados propostos pelo grupo.

CONCLUSÕES

Na concepção original de Warfield (1976), o método de ISM era um instrumento para a abordagem de problemas da sociedade, em sua essência multidisciplinares e complexos. A multidisciplinaridade confere aos problemas sociais a característica de grande

dificuldade de análise, pois seu estudo depende da interação de especialistas de diferentes áreas, exige a comunicação efetiva entre esses especialistas e requer a conjugação de suas visões em modelos úteis na busca de soluções. A possibilidade de desenvolver visão coletiva sobre as estruturas dos problemas facilita, sobremaneira, o entendimento dos mesmos, o que é contribuição importante ao trabalho em grupo.

A utilização de dígrafos cria mecanismo de comunicação e interpretação dos modelos que facilita a visualização, a comunicação e o raciocínio sobre sua estrutura. Segundo Toffler (1985), aprimorar nossa capacidade analítica será cada vez mais importante no futuro. No caso do Porto de Santos, o uso da técnica de ISM permitiu ao grupo trabalhar de maneira

altamente produtiva, gerando em curto espaço de tempo um resultado que integra a visão de especialistas técnicos e a de trabalhadores componentes dos sindicatos de portuários.

O processo de inferência lógica apresenta grande eficiência computacional quando comparado ao processo matemático clássico, permitindo de imediato a implantação do método em computadores de pequeno porte. Esta mudança aproxima psicologicamente o método ao usuário, tornando o ISM muito mais acessível a pesquisadores e gerentes.

Outra contribuição é o incremento da flexibilidade decorrente de processo de inferência que simula o

raciocínio humano, baseado diretamente em regras de transitividade. A inferência lógica abre novo campo de pesquisa para o desenvolvimento do ISM, tornando possível o uso de ferramentas mais recentes do campo da lógica, como a teoria da lógica difusa que lida com conjuntos cujas fronteiras são pouco definidas.

Entende-se que o uso do ISM e da lógica difusa no trabalho em grupo terá efeito sinérgico, no sentido de que permitirá a obtenção de resultados de modelagem mais realistas. Isto possibilitará aos grupos de trabalho a utilização eficaz das ferramentas da lógica difusa, contribuindo para o aprimoramento dos resultados da aplicação do método de ISM. ♦

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARCHER, Earnest R. How to make a business decisions: an analysis of the theory and practice. *Management Review*, fev. 1980.
- BALDWIN, Maynard M. (ed.). Portraits of complexity. *Battelle Monograph Series*, Columbus, Ohio, n.9, jun. 1975.
- DUBOIS, Didies J. & PRADE, Henri. *Fuzzy sets and systems, theory and applications*. New York, Academic Press Inc., 1980.
- FITZ, Bro. Raymond. *Interpretive structural modeling or technology for social learning*. IEEE CONFERENCE ON DECISIONS AN CONTROL, 20 a 22 nov. 1984.
- GODET, Michel. *Prospective and strategy: integration of approaches*. Butterworths, 1988.
- HOUSE, Robert W. Application of interpretive structural modeling in Brazil's Alcohol Fuel Program. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*. Nashville, v.SMC-9, n.7, jul. 1979.
- JACOB, J.P.; SOUZA, C.R.; WRIGHT, J.T.C. Análise e estruturação de modelos (AEM). CONGRESSO NACIONAL DE INFORMÁTICA, 17. *Anais*. Rio de Janeiro, nov. 1984.
- KAPELOUZOS, Ioannes B. The impact of structural modeling on the creation of new perspectives in problem solving situations. EUROPEAN CONGRESS OF SYSTEMS SCIENCE. *Proceedings*. Lausanne, Suíça, 1989.
- KAWAMURA, K. & MALONE, D.W. *Probing complexity in social systems*. Columbus, Ohio, Battelle Columbus Laboratories, maio 1975. [Mimeo]
- LANGENDORF, Richard. *Computers and decision making*. The American Planning Association, 1985.
- MALONE, D.W. Strategic planning: applications of ISM and related techniques. INTERNATIONAL IEEE CONFERENCE ON CYBERNETICS AND SOCIETY. *Anais*. New York, 1978.
- OHUCHI, Azuma & KAJI, Ikuo. *Interpretive structural modeling system in prolog*. The Institute of Electrical and Eletronics Engineers, Inc., 1985.
- OHUCHI, Azuma; KURIHARA, Masahito; KAJI, Ikuo. A theorem and a procedure for the complete implication matrix of system interconnection matrices. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*, Nashville, v.SMC-14, n.3, maio/jun. 1984.
- OHUCHI, Azuma; KURIHARA, Masahito; KAJI, Ikuo. Implication theory and algorithm for reachability matrix model. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*, Nashville, v.SMC-16, n.4, jul./ago. 1986.
- RICH, Elaine. *Inteligência artificial*. Revisão técnica Nizam Omar, São Paulo, McGraw-Hill, 1988.
- SOUDER, William E. & ZEIGLES, Robert W. A review of creativity and problem solving techniques. *Research Management*, v.XX, n.4, jul. 1977.
- TOFFLER, Alvin. *The adaptive corporation*. New York, McGraw-Hill, Book Company, 1985.
- WALTERS, John R. & NIELSEN, Norman R. *Crafting knowledge-based systems*. New York, John Wiley & Sons, 1988.
- WARFIELD, John N. *Societal systems, planning, policy and complexity*. New York, John Wiley & Sons, 1976.
- WIND, Yoram & SAATY, Thomas L. Marketing applications of the analytic hierarchy process. *Management Science*, v.26, n.7, jul. 1980.
- WRIGHT, James T.C. A técnica de análise e estruturação de modelos aplicada ao Proálcool. *Revista de Administração*, São Paulo, v.19, n.3, p.58-62, jul./set. 1984.
- _____. Análise e estruturação de modelos (ISM) aplicado à seleção de projetos de pesquisa. SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE COMUNICAÇÃO, SIGNIFICAÇÃO E CONHECIMENTO. *Anais*. Lisboa, set. 1989.
- ZACCARELLI, S.B. & KWASNICKA, E.L. Hierarquização de decisões da função pessoal. *Revista de Administração*, São Paulo, v.13, n.3, p.47-62, jul./set. 1978.
- _____. A otimização do processo de decisão na função pessoal. *Revista de Administração*, São Paulo, v.14, n.1, p.35-44, jan./mar. 1979.
- ZADEH, Lotfi A.; FV, King-Sun; TANAKA, Kokichi; SHIMURA, Masamichi. *Fuzzy sets and their applications to cognitive and decision process*. London, Academic Press, Inc., 1975.