

Fatores que influenciam na velocidade de venda dos imóveis: um estudo de caso usando a metodologia AHP

Jackson Sávio de Vasconcelos Silva. Prof.Dr. Titular da Universidade de Fortaleza / Universidade Estadual do Ceará – Coordenador do LADE
jackson@unifor.br

Robson Gonçalves Fchine Feitosa. Aluno do Mestrado Acadêmico em Ciência da Computação da Universidade Estadual do Ceará – UECE
robson@uece.br

Resumo

O presente trabalho relata a importância dos sistemas de apoio à decisão, bem como disserta sobre o Método de Análise Hierárquica (*Analytic Hierarchy Process* – AHP) que, hoje, é uma das ferramentas mais utilizadas no apoio à tomada de decisão. Assim, para ilustrar de forma mais didática as principais características do AHP, foi modelado um sistema para analisar quais os fatores que influenciam na velocidade de vendas de imóveis residenciais. Uma vez que tais fatores são de suma importância durante a decisão de incorporadoras na hora de construir ou não um empreendimento residencial.

Palavras-chave: *Multicritério de apoio à decisão. Método de análise hierárquica. Índice de velocidade de vendas de imóveis.*

Abstract

The present work reports the importance of the decision support systems, as well as it discourses on Analytic Hierarchy Process (AHP) that, nowadays, is one of the most used decision support tools. So, to illustrate didactically the principal AHP characteristics, a system was modeled in order to analyze which factors influence on residential sales speed. Since they are very important during a constructor-corporation decision take of whether to construct or not a residential project.

Keywords: *Decision aid multicriteria. Analytic hierarchy process. Building sales speed rate.*

1 Introdução

Durante toda sua existência, o homem toma decisões que trazem conseqüências de diferentes magnitudes. E, por ser dotado de tal capacidade, o homem, diferentemente dos outros animais, torna-se responsável por suas ações, levando-o a refletir sobre as conseqüências das mesmas antes de executá-las.

O processo de análise e apoio ao processo decisório vem, ao longo do tempo, sendo estudado e aprimorado por diferentes escolas e grupos de pesquisadores motivados pela relevância e implicações envolvidas na tomada de decisões. Podem-se destacar as formas puramente racionais, matemáticas e a forma subjetiva, recheadas de interações humanas na modelagem do processo de apoio à tomada de decisão. É nesse contexto que o trabalho de Lawrence D. Phillips (PHILLIPS, 1989) ilustra as várias correntes e métodos empregados no processo de análise decisória dos anos 90, quais sejam: Árvore de Decisão; Tratamento de Incerteza com uso de Diagrama de Influência, Modelos Bayesianos e Decomposição de Crédito; e o Tratamento de Múltiplos Objetivos com as técnicas de Avaliação, Alocação de Recursos e Arbitragem.

Contudo, analistas e decisores, freqüentemente, têm se deparado com a realização de escolhas (tomada de decisão) que chegam a ser conflitantes, quando existe a necessidade de identificar prioridades em vista de múltiplos critérios (GOMES, 1999). Com o objetivo de auxiliar tais pessoas, surgiu a metodologia de Multicritério de Apoio à Decisão (*Multicriteria Decision Aid* - MCDA). Para ilustrar a relevância do método, podemos analisar a declaração de Bana, (1995): “[...] talvez baste que cada um pergunte a si próprio qual foi a última vez em que tomou uma decisão com base num único critério”.

Assim, sabendo da importância da metodologia de Multicritério de Apoio à Decisão, o presente trabalho visa dissertar sobre uma das principais técnicas derivadas do MCDA: o Método de Análise Hierárquica (*Analytic Hierarchy Process* - AHP), mostrando seu funcionamento, através de um estudo de caso. Tal estudo de caso consiste na avaliação dos fatores que influenciam na velocidade de vendas de imóveis residenciais. Fatores estes de suma importância para o desenvolvimento do estudo de viabilidade, quando do lançamento de um empreendimento imobiliário.

2 Método de análise hierárquica (Analytic Hierarchy Process – AHP)

No início dos anos 70, foi proposto por Thomas L. Saaty o Método de Análise Hierárquica (*Analytic Hierarchy Process, AHP*) e, em 1973, Saaty (SAATY, 1991) afirma que a metodologia AHP teve sua aplicabilidade maturada com o estudo dos Transportes do Sudão; contudo, o enriquecimento dessa metodologia intensificou-se entre de 1974 e 1978; e, até hoje, suas aplicações têm sido as mais diversas em inúmeras áreas (ABREU, 2000): planejamento estratégico; marketing e avaliação do nível de consenso do grupo; escolha de financiamento no transporte aéreo; programas de qualidade e produtividade; análise de projetos, dentre outras.

Para desenvolver o método, Saaty buscou inspiração na forma com que a mente humana trabalha. Ao defrontar-se com um grande número de elementos, em uma situação complexa, nossas mentes os agrupam segundo propriedades comuns, formando um certo nível na sistemática de resolução do problema. Esses elementos também podem ser agrupados observando-se um outro conjunto de propriedades, o que leva a um nível mais elevado, e, assim sucessivamente, até atingir-se um elemento único máximo que, muitas vezes, pode ser identificado como o objetivo do problema. Tal processo fundamental da percepção resume-se na decomposição da complexidade e síntese pela descoberta das relações existentes.

O método baseia-se na experiência e no conhecimento das pessoas envolvidas no processo de tomada de decisão, pois tal experiência é tão importante quanto os próprios dados, quantitativos e ou qualitativos disponíveis. Assim, durante a aplicação do método, ocorre a intervenção contínua das pessoas com experiência no processo de decisão (especialistas), tanto para a construção da solução, quanto para a definição do problema.

Dessa forma, a metodologia AHP funciona de maneira análoga à mente humana. Quando tem como objetivo a seleção ou escolha de alternativas em um processo avaliativo, sob diferentes critérios, utiliza o seguinte faseamento: estruturação do problema; julgamentos comparativos; e síntese das prioridades (SCHIMIDT, 1995). Já de uma forma mais detalhada, o funcionamento da metodologia pode ser ilustrado pela Figura 1.

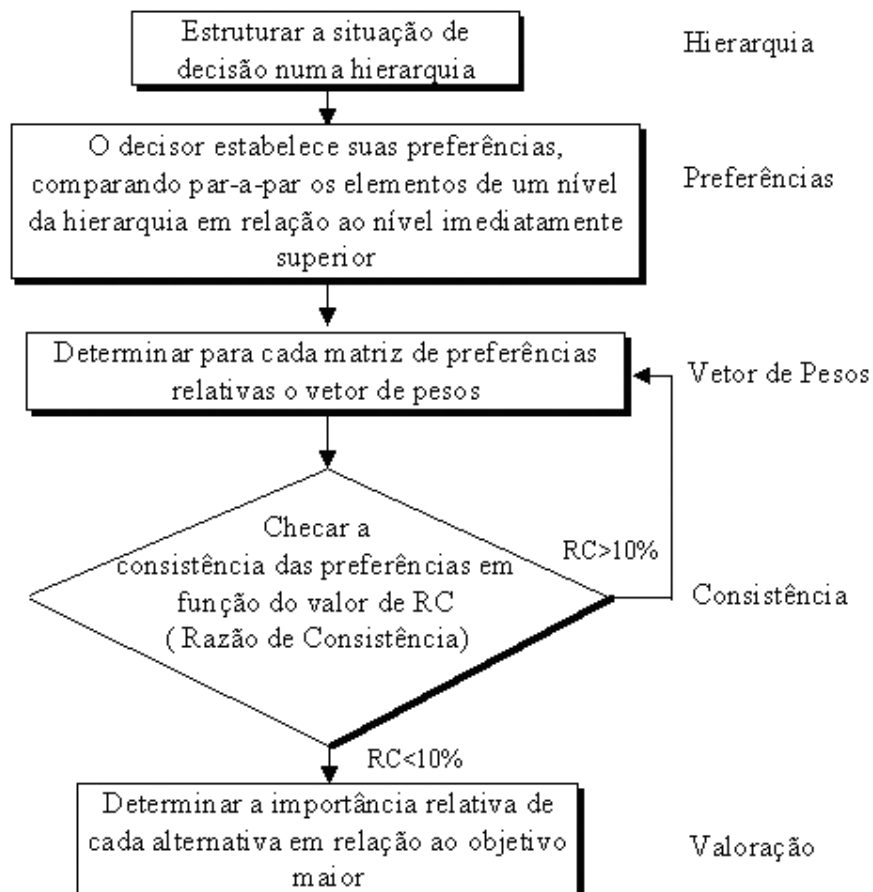


Figura 1: Fluxograma geral do AHP.

2.1 Estruturação do problema

A fase de estruturação tem sido reconhecida como uma das atividades mais significativas no processo de apoio à decisão. Nessa fase, é analisado como apresentar e descrever o problema por um modelo formal, além de se justificarem os pontos de vista dos decisores e analistas durante a escolha dos critérios, fornecendo uma

linguagem comum para a troca de informações (debates de idéias) entre os participantes do processo de tomada de decisão, e proporcionando consenso entre estes. Essas justificativas são muito importantes, pois como alerta Bana, (1993): "É preciso aceitar definitivamente que a subjetividade está onipresente nos processos de tomada de decisão".

Para iniciar a fase de estruturação, o primeiro passo é a compreensão da complexidade do problema que necessita uma solução. Para isso, é necessário começar pela análise e caracterização da situação (diagnóstico e identificação), que é o estudo de dois subsistemas inter-relacionados, que são: o sistema de decisores e o sistema das ações. Este estudo é feito por um analista (consultor, facilitador). A interação entre estes dois subsistemas dará origem a um grupo de elementos primários de avaliação, que reflete o sistema de valores dos decisores, logo tem uma natureza subjetiva (SHMIDT, 1995).

O AHP estrutura o problema em níveis hierárquicos como forma de melhor compreendê-lo e avaliá-lo. Para executar tal atividade, identificam-se os elementos chaves para a tomada de decisão, agrupando-os em conjuntos afins, os quais são alocados em camadas específicas, conforme ilustrado na Figura 2. Logo, pode-se resumir tal atividade em três pontos: definição do foco principal, ou seja, definição do objetivo global; definição dos critérios, i.e., propriedades ou pontos de vistas do que se deve avaliar no desempenho das alternativas; e, posteriormente, levantamento do conjunto de alternativas viáveis para a tomada de decisão.

Não existem regras rígidas para a construção de hierarquias. Assim, uma hierarquia não precisa ser, necessariamente, completa. Ou seja, um elemento num dado nível pode não ser critério para todos os elementos num nível abaixo. E, diferentemente das árvores de decisão tradicional, cada nível pode representar uma diferente observação do problema. Além disso, fica a critério do decisor inserir ou eliminar níveis e elementos necessários para melhorar fixação de prioridades, ou mesmo, facilitar a visualização de outras partes do sistema.

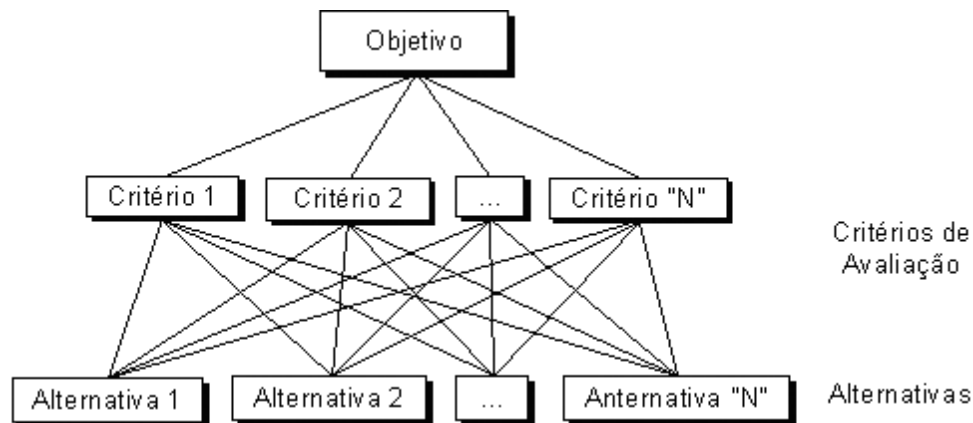


Figura 2: Estrutura Hierárquica Básica.

2.2 Julgamentos comparativos

Nessa fase, monta-se uma matriz de preferência para cada critério. Os elementos de cada nível hierárquico são comparados aos pares à luz de cada um dos elementos de uma camada superior da hierarquia, começando dos níveis mais baixos ao nível mais alto. Posteriormente, compara-se a importância dos critérios sob a luz do foco principal. Assim, tais elementos são avaliados para cada critério ou subcritério, identificando o grau que melhor os descreva. Os graus podem ter valores variando entre: excelente, muito bom, bom, médio, abaixo da média, pobre ou muito pobre, conforme Tabela 1.

Logo, para melhor avaliar os julgamentos, estes devem estar pautados segundo quatro axiomas (VARGAS, 1990), são eles: comparação recíproca; homogeneidade; independência; e expectativa.

Comparação recíproca: o decisor deve ser capaz de manifestar a intensidade de sua preferência sob a condição de reciprocidade: i.e., se um elemento A é x vezes mais preferível que um elemento B, logo, B é $1/x$ vezes mais preferível que A.

Independência: os pesos dos critérios devem ser independentes das alternativas. *Homogeneidade*: as preferências são representadas por uma escala limitada.

Expectativa: definição completa da estrutura hierárquica, para a qual não deve faltar nenhum critério ou alternativa, a fim de que a decisão não fique incompleta.

1	Igual importância	As duas atividades contribuem igualmente para o objetivo.
3	Importância pequena de uma sobre outra	A experiência e o julgamento favorecem levemente uma atividade em relação à outra.
5	Importância grande ou essencial	A experiência e o julgamento favorecem fortemente uma atividade em relação à outra.
7	Importância muito grande ou demonstrada	Uma atividade é muito fortemente favorecida em relação à outra, sua dominação de importância é demonstrada na prática.
9	Importância absoluta	A evidência favorece uma atividade em relação à outra com o mais alto grau de certeza.
2, 4, 6, 8	Valores intermediários	Quando se procura uma condição de compromisso entre duas definições.

Tabela 1: Escala fundamental de julgamento de Saaty

Para auxiliar no julgamento, o método AHP armazena, em matrizes quadradas $A[n,n]$, os resultados parciais dos julgamentos aos pares do conjunto de alternativas “A” com “n” elementos, em face de cada critério. Ou seja, o valor de impacto (valor de importância) das alternativas sob um determinado ponto de vista (critério). Assim, o elemento $a_{i,j}$ equivale ao valor de impacto da alternativa i em relação à alternativa j, onde o valor a ele atribuído, pelo julgamento do decisor, corresponde ao seu valor associado através da escala fundamental de Saaty (Tabela 1). Tal matriz deve ainda atender às seguintes condições: os seus elementos devem ser positivos; para i igual a j, os valores devem ser iguais a 1; e o elemento $a_{i,j}$ deve ser igual a $1/a_{j,i}$.

$$A = \begin{vmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & \dots & 1 \end{vmatrix}$$

Figura 3: Matriz de prioridades.

Durante o levantamento das matrizes de prioridades, é comum surgirem inconsistências, e.g., dado que a alternativa X_1 é mais preferível 6 vezes que a alternativa X_3 , e que a alternativa X_2 é mais preferível 3 vezes que X_3 , logo, se X_1 não for mais preferível que X_2 por 2 vezes, haverá inconsistência. Assim, Saaty propôs uma razão de consistência de 10% correspondente ao quanto o valor associado ao julgamento dos decisores pode variar do consistente.

Posteriormente, as matrizes devem ser normalizadas, da seguinte forma: somam-se os elementos de cada coluna, e divide-os por essa soma. Após a normalização das matrizes de prioridades, armazenam-se em vetores “V[n]” os valores das prioridades médias locais, ou seja, $V[i]$ corresponde ao valor da média dos valores de $A[i,k]$, com k variando de 1 a “n”. Em seguida ao cálculo dos vetores de prioridades, classificam-se par a par os critérios, da mesma forma que as alternativas, à luz do foco principal. E, para finalizar, as medidas dos valores finais das alternativas são obtidas por um processo de agregação (ou soma ponderada):

$$V(a) = \sum_{j=1}^n p_j v_j(a)$$

Em que, $V(a)$ recebe o valor global da alternativa “a”, i.e., p_j é a importância relativa do critério j e v_j é o nível de preferência da alternativa “a” analisada sob o critério.

3 Estudo de caso

3.1. Visão geral

Quando incorporadoras decidem construir um empreendimento residencial, muitos aspectos devem ser considerados (e.g.: múltiplas alternativas com objetivos conflitantes) para que a rentabilidade seja ótima. Tais aspectos refletem as preocupações em um investimento imobiliário, como: a rentabilidade (preocupação central de uma empresa do ramo) e as necessidades dos clientes (prioridades dos compradores dos imóveis), que devem ser atraídos pelo produto. Essas preocupações influenciam na maior, ou menor, rapidez de venda dos imóveis (MOTA, 2002).

Uma medida de eficiência, para que uma empresa possa ter uma forma de avaliar o desempenho de suas vendas, é o Índice de Velocidade de Vendas (IVV). Seu cálculo é feito mediante a relação entre o número de ofertas disponíveis e o número de vendas efetuadas dentro de um período em estudo. Tal índice reflete o grau de atratividade do produto (imóvel) pelos clientes (mercado). Logo, para ilustrar o presente estudo de caso, foram levantados os dados de IVV referentes aos imóveis da cidade de Fortaleza (fonte: SINDUSCON-CE, 2007).

Assim, foi necessário o auxílio de um modelo para organizar a identificação dos fatores que influenciam na velocidade de comercialização de imóveis residenciais, bem como facilitar o compartilhamento das informações entre o grupo de pessoas envolvidas no processo. Dessa forma, o método AHP foi escolhido para o desenvolvimento da modelagem, pois, além de ser um método utilizado por diversas áreas e aplicações, tem oferecido excelentes resultados em abordagens de decisão com vários critérios que chegam a ser conflitantes.

3.2 Metodologia

Após identificar os possíveis fatores que influenciam na velocidade de vendas dos imóveis, através de uma análise do IVV, foi preciso coletar dados em campo, referentes aos últimos empreendimentos lançados, os quais serviram de base para o cálculo desse índice. Assim, foi feita uma entrevista com algumas incorporações imobiliárias (tomadas por amostragem) que participaram do IVV para contrapor os fatores tomados como mais relevantes por essas empresas, e contrapô-los com os fatores analisados pelos dados do IVV.

3.3 Modelagem

A modelagem e análise dos dados foi feita com o auxílio do software *ExpertChoice*, com o objetivo de ilustrar a metodologia AHP. Para desenvolver o modelo, foram analisados os dados que compõem o IVV (percepções das empresas incorporadoras, imobiliárias e cliente). São eles: credibilidade da incorporadora; localização; forma de pagamento; prazo de entrega; campanha de marketing; e características do empreendimento.

Tais características compuseram os aspectos fundamentais (pontos de vista) gerais na modelagem. Contudo, o aspecto "Características do Empreendimento" possui outras características de grande relevância ao modelo que serviram para compor os aspectos fundamentais específicos: área privativa; acabamento; número de dormitórios; dependência de empregados; área de lazer; varanda; número de vagas para carro por imóvel; flexibilidade de projeto.

Os critérios foram analisados mediante um conjunto de alternativas (incorporadoras) tomadas por amostragem, o que serviu para iniciar a fase de estruturação do problema. Assim, a cada critério definido por um descritor é associado um peso, o que serviu para montar a estrutura hierárquica apresentada na Figura 4.

Após a definição da estrutura hierárquica, é necessário efetuar os julgamentos comparativos. O software *ExpertChoice* oferece vários modos de efetuar tal julgamento, o que automatiza o processo de cálculo sobre a matriz de julgamento, porém deve-se tomar cuidado para que a razão de consistência não ultrapasse os 10%, conforme já mencionado neste trabalho. Tal processo é ilustrado de acordo com as Figuras 5 e 6.

Vale ressaltar que as figuras anteriores ilustraram o processo, apenas, sobre o critério "Crédito", que foi o mesmo processo utilizado para compor os demais critérios, os quais não foram ilustrados para não estender ainda mais o presente trabalho. Assim, para finalizar, a análise de sensibilidade (Figura 7) mostrou que dentre as alternativas, o empreendimento 1 obteve os melhores resultados, dentre os critérios analisados sobre o modelo, o que condiz com os dados reais coletados pelo IVV (SINDUSCOM, 2007).

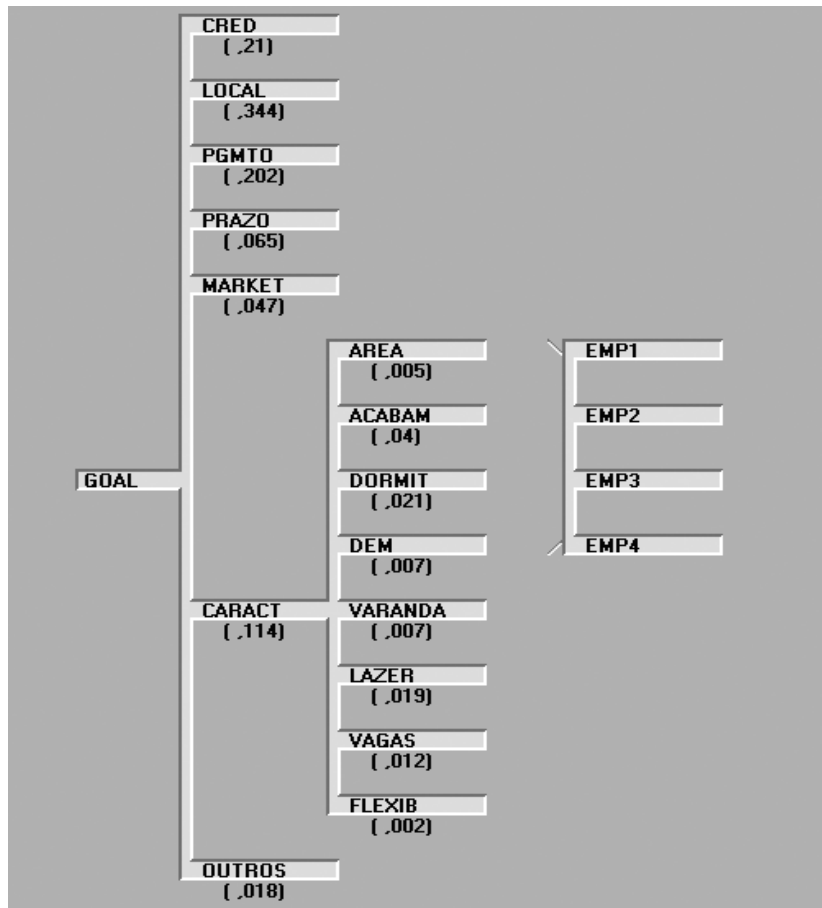


Figura 4: Estrutura hierárquica do modelo

Preliminary Verbal Matrix Questionnaire Graphic

With respect to CRED < GOAL

EMP1: emp1

is 1,2 times (EQUALLY) more PREFERABLE than

EMP2: emp2

(Best Fit)	EMP2	EMP3	EMP4
EMP1	← 1,2	2,5	2,7
EMP2		2,3	2,2
EMP3			1,1

Equal 2⁺ Moderate 4⁺ Strong 6⁺ V. Strong 8⁺ Extreme

Calculate Abandon Invert Enter Product Structure Link Elem

Figura 5: Matriz de julgamento para critério “crédito”

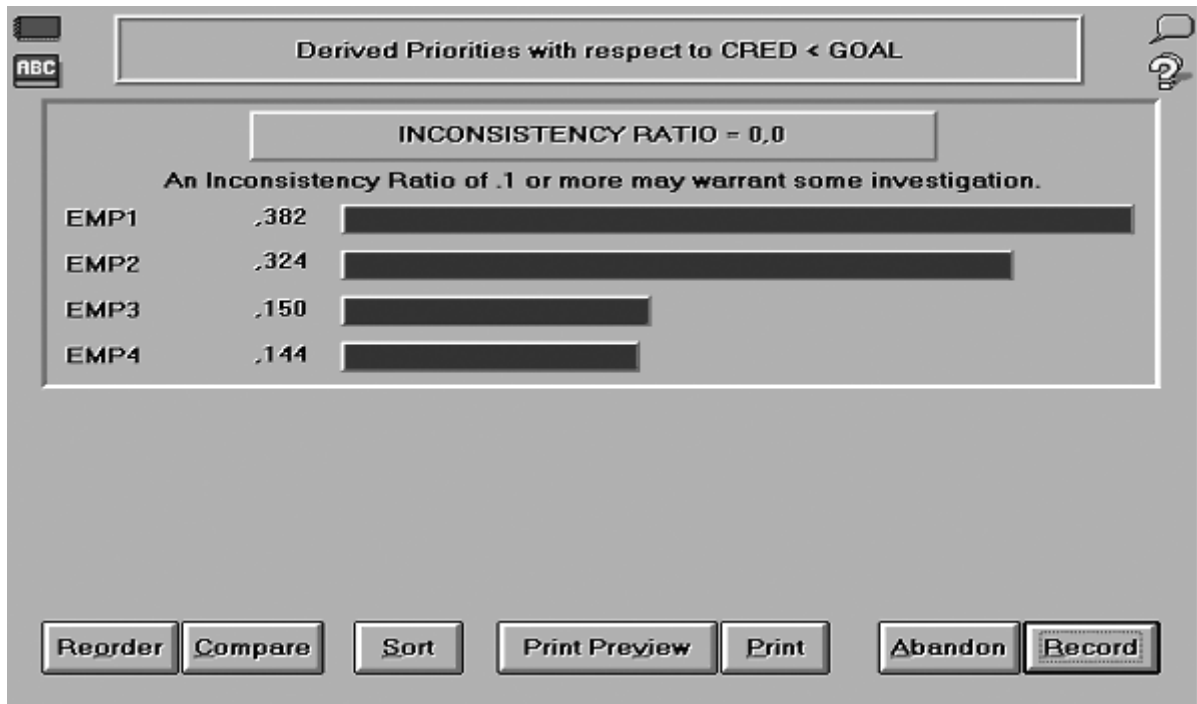


Figura 6. Razão de consistência para julgamento sob critério “crédito”

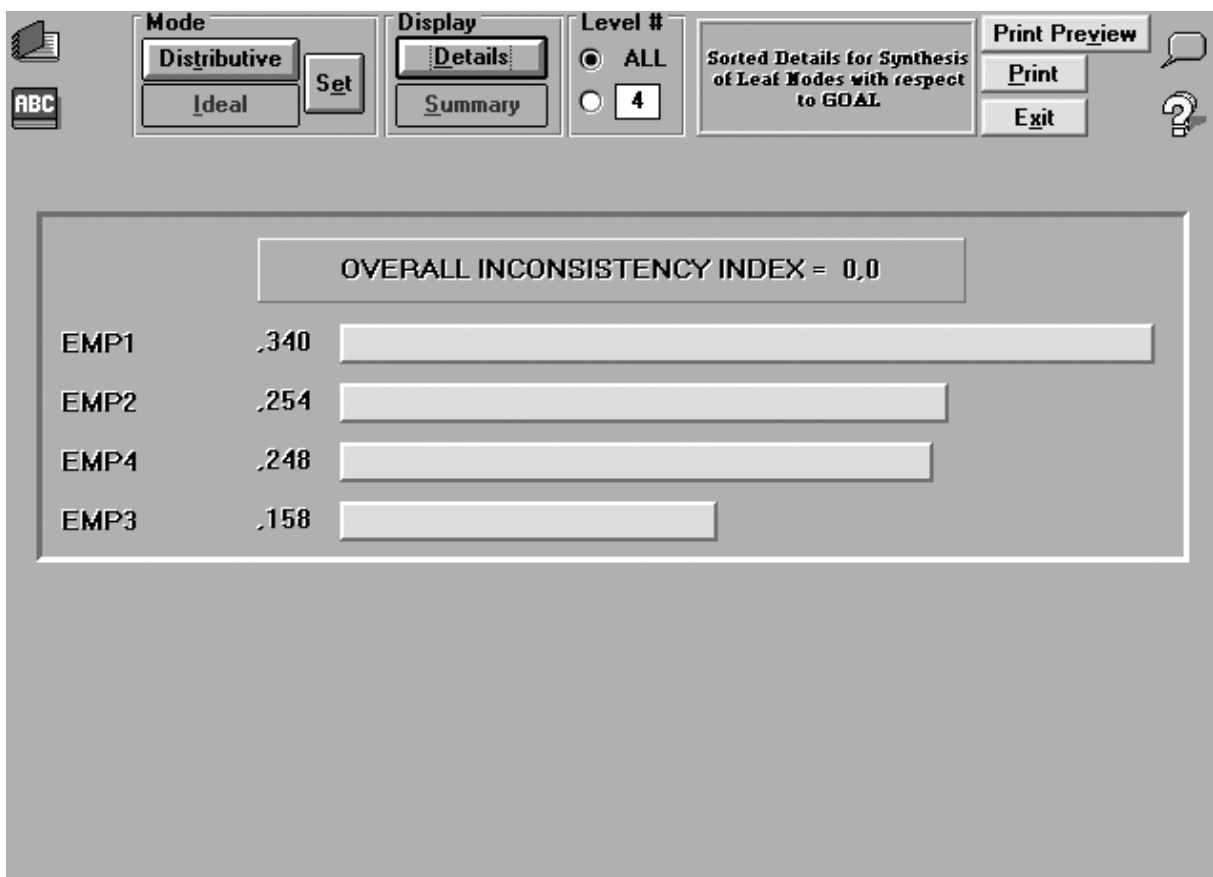


Figura 7. Análise de sensibilidade.

4 Conclusões

A metodologia se mostrou bastante eficiente no desenvolvimento do presente estudo de caso, fornecendo subsídios para facilitar uma escolha (uma decisão) entre alternativas que estejam associadas a critérios múltiplos e conflitantes. O software *ExpertChoice* abstrai sua parte mais complexa (efetuação dos cálculos algébricos com produtos matriciais), de modo a facilitar ainda mais o uso do método.

Pelo exemplo mostrado no estudo de caso, é fácil observar o quanto essa ferramenta tem auxiliado o trabalho de decisores. E seu modo de comparação aos pares torna o processo de julgamento mais fácil de ser analisado por humanos, pois vai de encontro à limitação humana em avaliar várias alternativas à luz de vários critérios.

Através da análise de sensibilidade, é possível observar, facilmente, onde uma alternativa consegue sobressair a outras à luz de um determinado critério. Entretanto, a ferramenta deixa a desejar, quando não limita a variação da sensibilidade de uma determinada alternativa, de modo que não exceda a razão de consistência.

5 Agradecimentos

Agradecimentos à FUNCAP - Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico - pelo seu apoio financeiro, sem o qual esta pesquisa não poderia ter sido realizada.

Especial agradecimento à Eng. Civil Katya Lira Mota, que desenvolveu o estudo inicial sobre os Fatores que Influenciam o IVV, quando da elaboração da sua monografia final, no curso de Engenharia Civil da Unifor, em 2002, sob a orientação do Prof. Jackson Sávio de Vasconcelos Silva.

Referências

- ABREU, L. M. et al. Escolha de um programa de controle da qualidade da água para consumo humano: aplicação do método AHP. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 4, n. 2, p. 257-262, 2000.
- BANA e COSTA C. A. *O que entender por tomada de decisão multicritério ou multiobjetivo?* Introdução à abordagem multicritério. Florianópolis: Escola de Novos Empreendedores da UFSC, 1995.
- BANA e COSTA C. A. *Processo de apoio à decisão: problemáticas, actores e acções*. Palestra Apresentada no Curso "Ambiente: Fundamentalismos e Pragmatismo", Seminário Pedro Nunes, Convento da Arrebida, Portugal em agosto de 1993.
- GOMES, E. G. *Integração entre sistemas de informação geográfica e métodos multicritério no apoio à decisão espacial*. 1999. 137 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção)-Coordenação dos Programas de Pós-graduação de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1999.
- MOTA, K. L. *Fatores que influenciam a velocidade de vendas de imóveis residenciais: uma abordagem multicritério*. 2002. 42 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação)-Faculdade de Engenharia Civil, Universidade de Fortaleza, Fortaleza, 2002.
- PHILLIPS, L. D. Decision analysis in the 1990s. In: SHAHANI, A.; STAINTON, R. *Tutorial papers in operational research*. Birmingham: The Operational Research Society, 1989.
- SAATY, T. L. Axiomatic foundation of the analytic hierarchy process. *Management Science*, Boston, v. 32, n. 7, p. 841-855, 1986.
- SAATY, T. L. *Método de análise hierárquica*. São Paulo: McGraw-Hill, 1991.
- SCHMIDT, A. M. *Processo de apoio à tomada de decisão abordagens: AHP e MACBETH*. 193f. 1995. Dissertação (Mestrado em Produção)-Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1995.
- SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL DO ESTADO DO CEARÁ. Disponível em: <<http://www.sinduscon-ce.org.br>>. Acesso em: 1 ago. 2007.
- VARGAS, L. G. An overview of the analytic hierarchy process and its applications. *European Journal of Operational Research*, Madrid, v. 48, n. 1, p. 107-117, 1990.

SOBRE O AUTOR

Jackson Sávio de Vasconcelos Silva

Engenheiro Civil pela Universidade de Fortaleza em 1980, M.Sc. em Administração de Empresas pela Universidade de Fortaleza em 2001, Dr. Sc. pelo Instituto Superior Técnico da Universidade Técnica de Lisboa em 2006. Atualmente ocupa o posto de professor titular junto ao Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Fortaleza e prof. Adjunto da Universidade Estadual do Ceará, onde atua em nível de graduação e pós graduação, tendo orientado teses de mestrado e coordenador do LADE – Laboratório de Análise e decisões Estratégicas . (Arial 8 pt, justificado)

Robson Gonçalves Fachine Feitosa

Tecnólogo em Telemática com ênfase em Informática pelo Centro Federal de Educação Tecnológica do Ceará (CEFET-CE) em 2006. Atualmente é aluno do Mestrado Acadêmico em Ciência da Computação da Universidade Estadual do Ceará (UECE).