

IPÊ 1.0: GUIA DO USUÁRIO

Helder Gomes Costa
Universidade Federal Fluminense
Departamento de Engenharia de Produção
hgc@vm.uff.br

Resumo

Este texto apresenta um guia para utilização do sistema computacional IPÊ, em sua versão 1.0. Este sistema possibilita o desenvolvimento e implementação de modelos de auxílio multicritério à decisão, fundamentados no Método de Análise Hierárquica (AHP).

Palavras-chave: Multicritério. AHP. MCDA.

1.0 INTRODUÇÃO

Diversas abordagens têm sido desenvolvidas para a construção de modelos de decisão: árvores de decisão; teoria dos jogos; e, programação linear – dentre outras. Uma das vertentes de desenvolvimento metodológico neste contexto caracteriza-se por abordar a solução de problemas decisórios à luz de vários critérios. Na literatura, esta vertentes tem sido denominada Auxílio Multicritério à Decisão (AMD), Multicriteria Decision Making (MCDM), Multicriteria Decision Aid (MCDA). A figura 1.1 busca ilustrar esta abordagem.

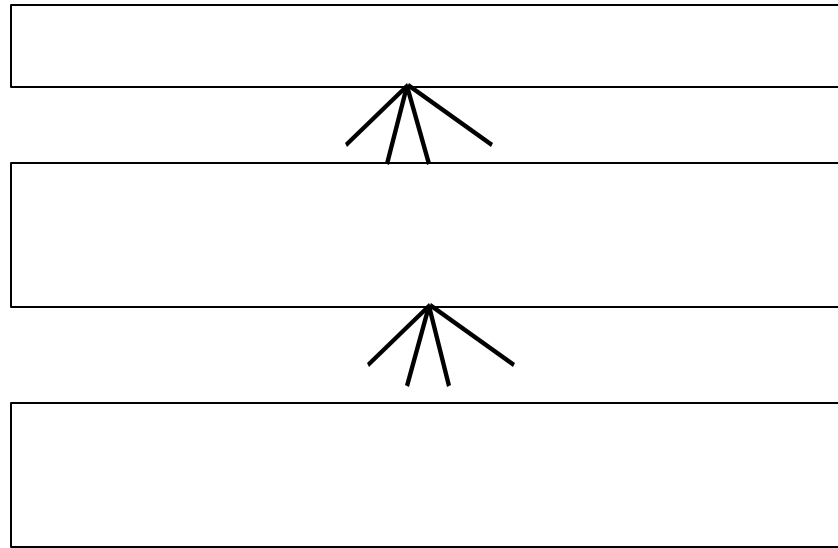


Fig. 1.1 - Escolha da alternativa mais adequada: abordagem multicritério.

Em geral, o desenvolvimento de modelos de auxílio à decisão fundamentados na análise multicritério passa pelas seguintes etapas, dentre outras:

- Avaliação de desempenho das alternativas à luz dos critérios.
- Avaliação da importância dos critérios à luz do foco principal ou do objetivo geral.

Uma das principais e das mais atraentes características das metodologias de AMD, é que as mesmas reconhecem a subjetividade como inerente aos problemas de decisão e utilizam julgamento de valor como forma de tratá-la cientificamente. Esta propriedade é extremamente útil na dificuldade de obtenção de informações oriundas de dados quantitativos.

O presente texto é dedicado à apresentação e explanação do sistema computacional IPÊ, que implementa o algoritmo do AHP (Método de Análise Hierárquica ou *Analytic Hierarchic Process, AHP*), proposto por Thomas L. Saaty no início dos anos 70. Este Método pode ser classificado como um dos mais conhecidos e utilizados métodos de AMD. Assim sendo, apresenta-se a seguir um breve resumo das principais etapas do AHP. Aprofundamentos sobre o Método de Análise Hierárquica poderão ser encontrados em Saaty (1991), SAATY (2000) e COSTA (2002), dentre outros textos.

O AHP, objetiva a seleção/escolha de alternativas, em um processo que considere diferentes critérios de avaliação. A solução de problemas de decisão pelo AHP está estruturada no desenvolvimento das seguintes etapas:

- Construção de hierarquia, identificando: foco principal; critérios; subcritérios (quando houver) e, alternativas;
- Aquisição de dados ou coleta de julgamentos de valor emitidos por especialistas;
- Síntese dos dados obtidos dos julgamentos, calculando-se a prioridade de cada alternativa em relação ao foco principal; e,
- Análise da consistência do julgamento, identificando o quanto a modelagem é consistente. Vale registrar que a modelagem é composta pela hierarquia, pelos métodos de aquisição dos julgamentos de valor e pelos avaliadores.

2. VISÃO GERAL DO SISTEMA IPÊ

A tela de abertura do Sistema, destaca a figura de um Ipê amarelo - árvore símbolo do Brasil. O nome IPÊ foi escolhido porque o AHP está fundamentado em critérios e subcritérios estruturados em hierarquias que assemelham a uma árvore. Outra justificativa para a escolha deste nome, é o que as letras que compõe a palavra IPÊ são as iniciais de três palavras do vernáculo latim, associadas as estrutura decisória das instituições de Direito Romano: Iudicare (decidir), Partitare (partilhar, fazer partilha), Examinatare (emitir opinião, julgar).

2.1 Tela Inicial

A Figura 2.2 ilustra a tela Inicial do IPÊ 1.0. Nesta tela o usuário tem acesso a um Menu Inicial e uma barra de ferramentas com botões de acesso rápido.

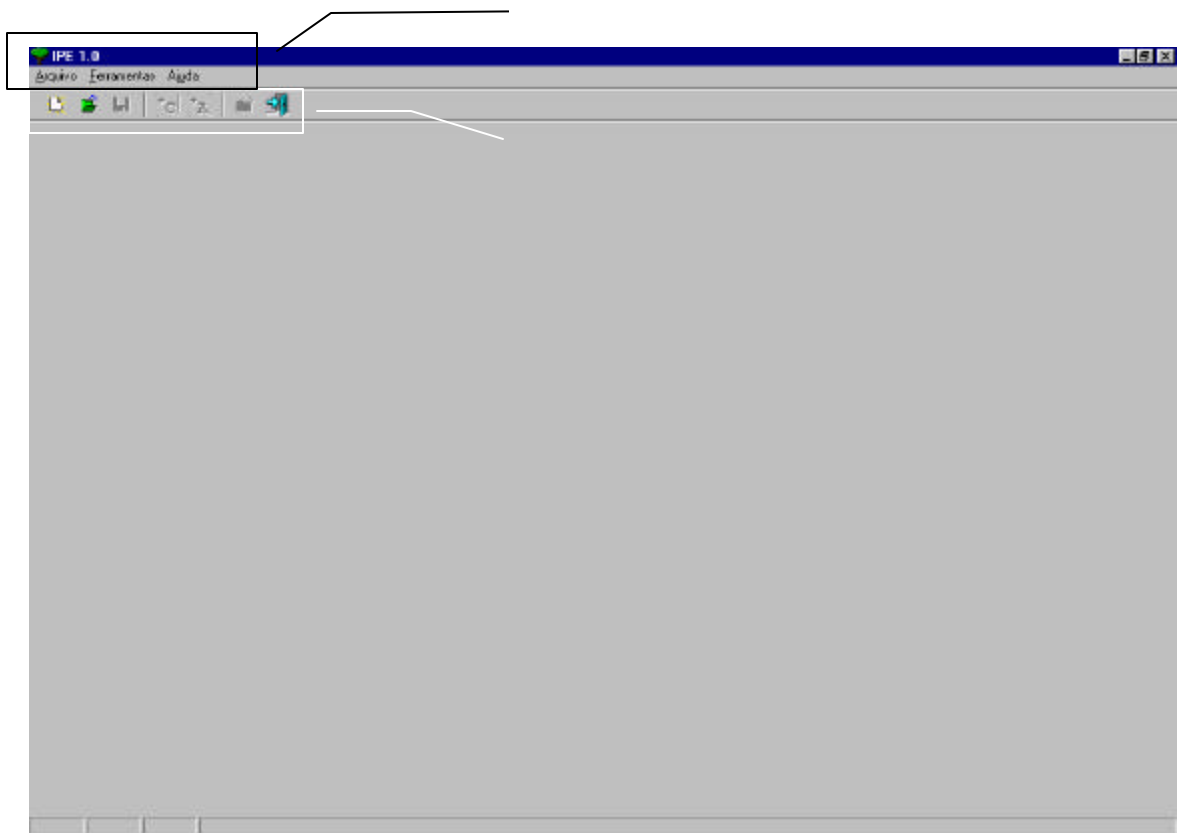


Figura 2. 1. Tela Inicial.

A seguir descrevem-se as principais funções presentes no Menu Inicial.

- **Menu Inicial> Arquivo**

Conforme pode ser observado na Figura 2.2, neste menu o usuário tem as seguintes opções:

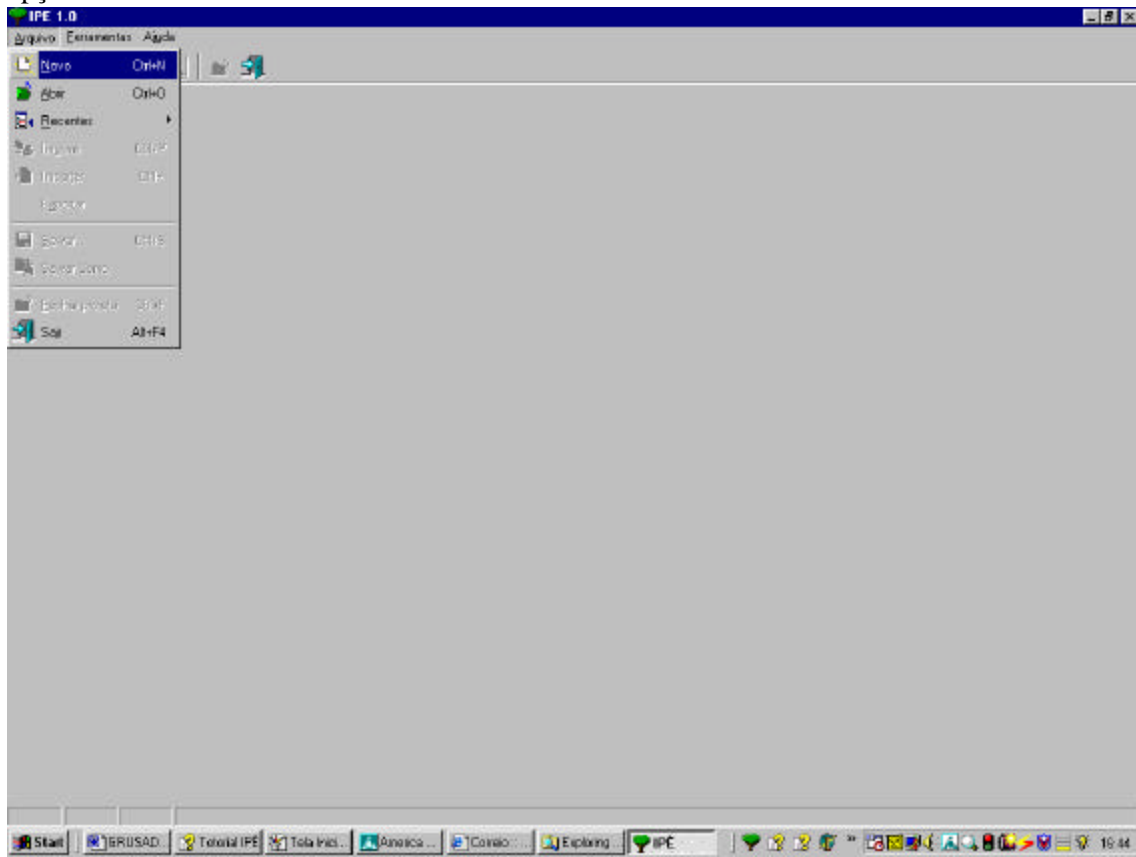


Figura 2. 2 Menu Inicial>Arquivo

- Novo: cria novo Projeto.
- Abrir: Abre Projeto existente.
- Recentes: abre os últimos projetos acessados pelo usuário.
- Sair: Sai do ambiente do programa.

Quando o usuário escolhe por uma destas opções, o programa muda para a Tela Principal (ver seção 2.2)

- **Menu Inicial> Linguagem**

Nesta opção de Menu (figura 2.3) o usuário pode escolher por configurar as Telas do IPÊ para serem apresentadas na língua portuguesa (como nas Telas apresentadas neste Manual) ou por uma configuração na Língua Inglesa (figura 2.4).

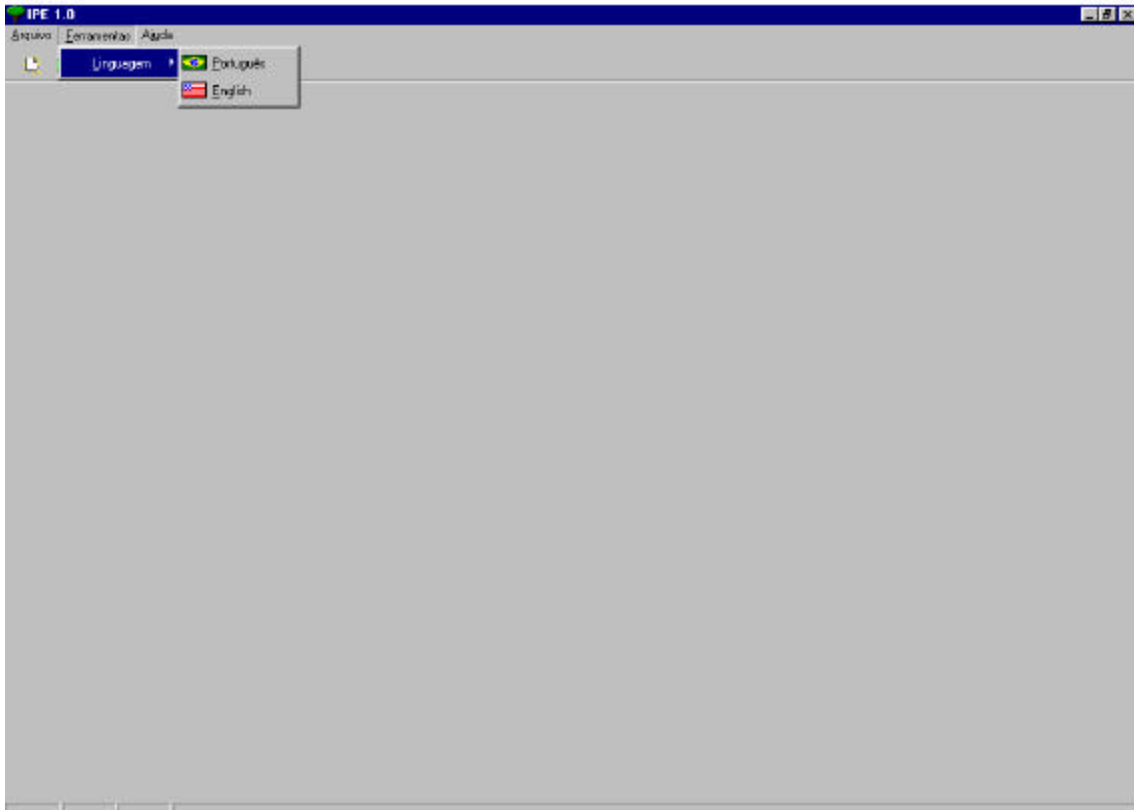


Figura 2. 3 Menu Inicial>Ferramentas/Linguagem.

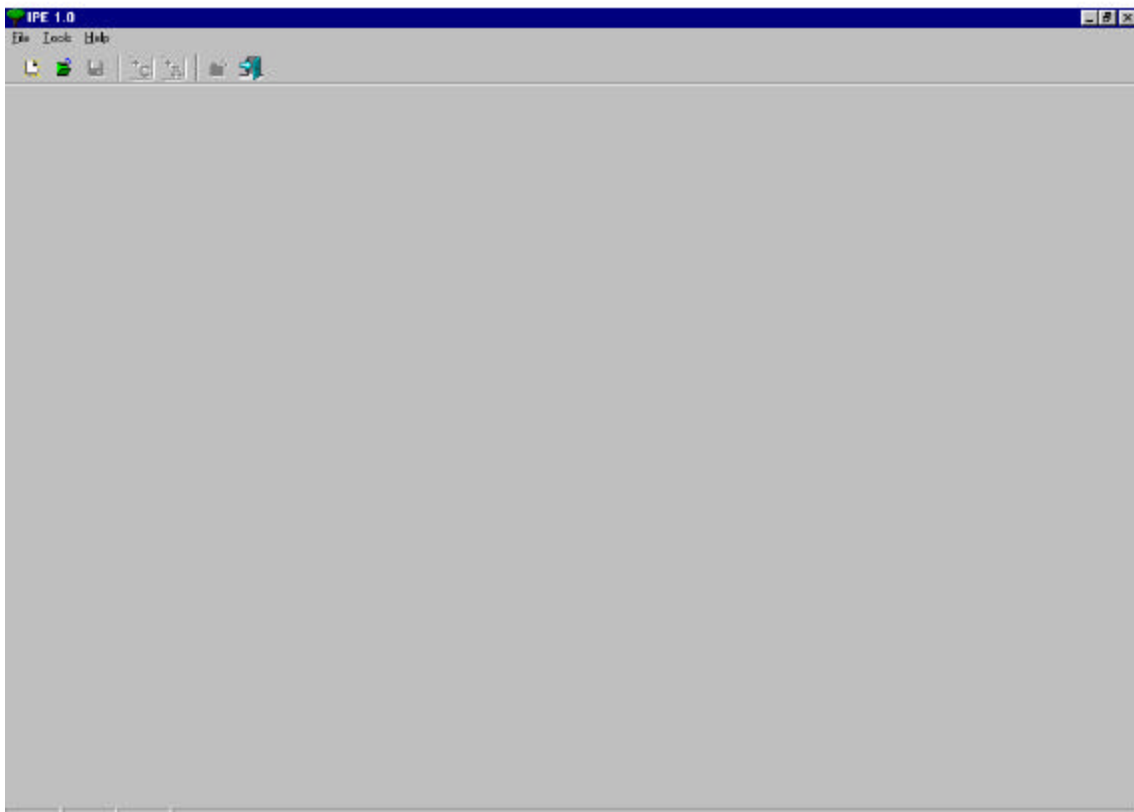


Figura 2.4 Configuração do programa na língua inglesa.

Menu Inicial> AJuda

Conforme pode ser observado na Figura 2.6, neste menu o usuário tem as seguintes opções:

- Tutorial: abre o Tutorial do IPÊ.
- Metodologia: Apresenta um tutorial sobre o Método de Análise Hierárquica.
- Homepage: estabelece uma conexão, com o página principal organizada pela coordenação do projeto que desenvolve o IPÊ.
- E-mail: estabelece uma conexão, via e-mail, com a coordenação do projeto que desenvolve o IPÊ.
- Sobre: Apresenta informações sobre o Ipê e sobre as condições de operação do mesmo (ver figura 2.7).

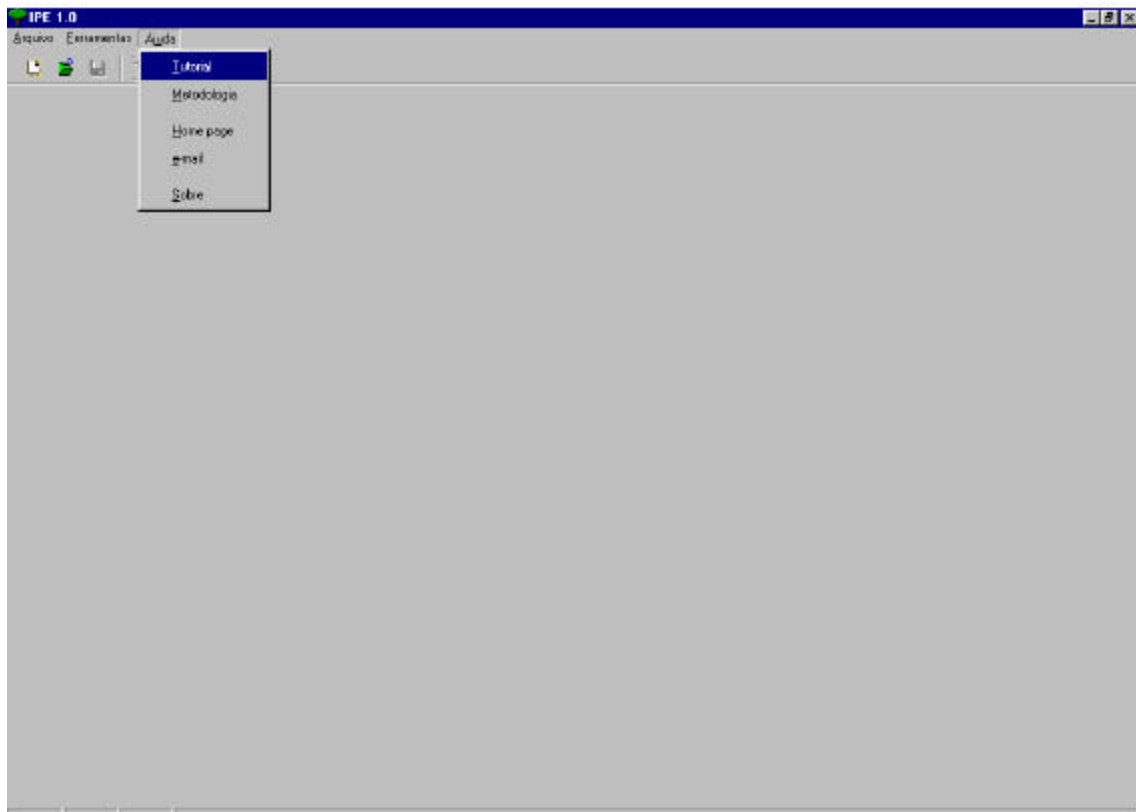


Figura 2.6 Menu Inicial>Ajuda.

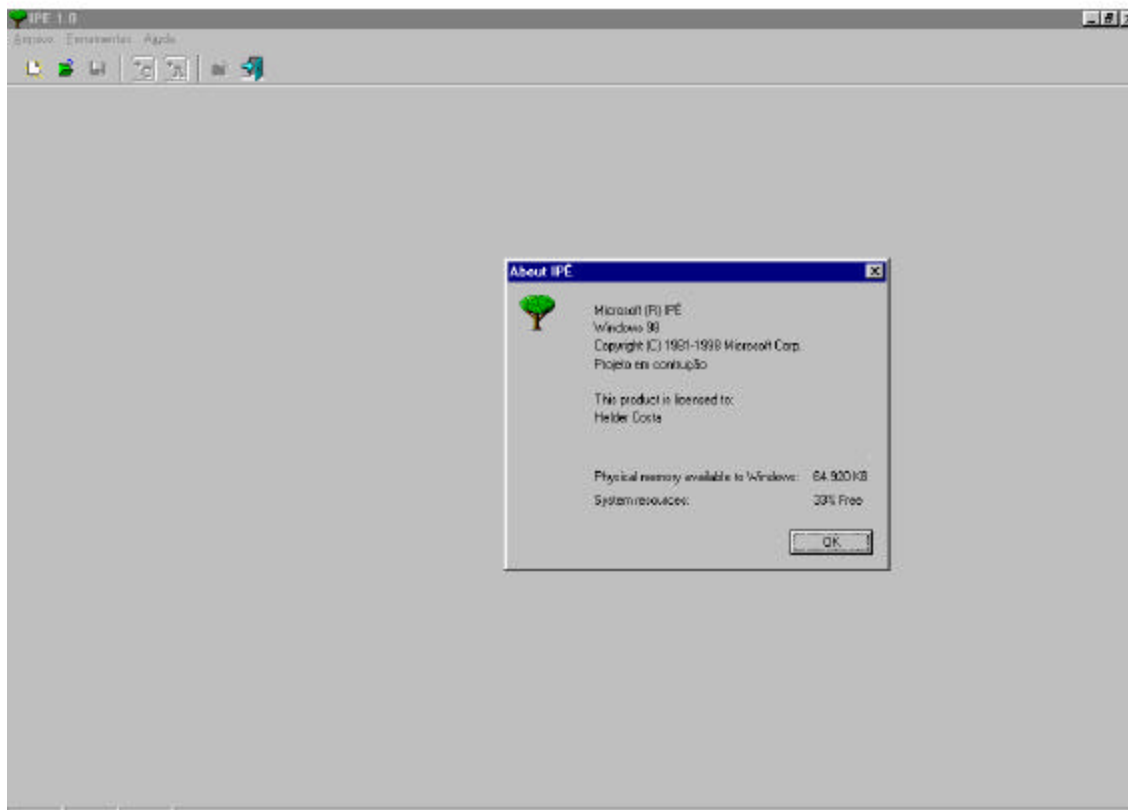


Figura 2.7 Menu Inicial>Ajuda/Sobre.

2.2 Tela principal

A tela Principal do IPÊ é acessada quando o usuário escolhe por uma das opções disponíveis no Menu Inicial/Arquivo. A Figura 2.8 ilustra a tela principal do IPÊ 1.0, quando o botão Novo é acionado. De uma forma geral, esta tela está estruturada em 04 áreas:

- **Menu Principal**, com as opções: Arquivo, Projeto, Ferramentas ou Ajuda.
- **Barra de Atalhos**, com as opções: Novo projeto, Abrir Arquivo, Adicionar Critério,, Adicionar Alternativa, Salvar Arquivo e Sair do programa. As opções Adicionar Critério e Adicionar Alternativa, só ficam disponíveis quando usuário estiver no modo de edição de hierarquia.
- **Abas de Modelagem**, com as seguintes opções da área de trabalho: Objetivo, Hierarquia, Julgamento, Cálculo, Consistência, Conclusão e Pendências.
- **Área de trabalho**, na qual o usuário entra com os dados do projeto ou recebe os resultados da modelagem.

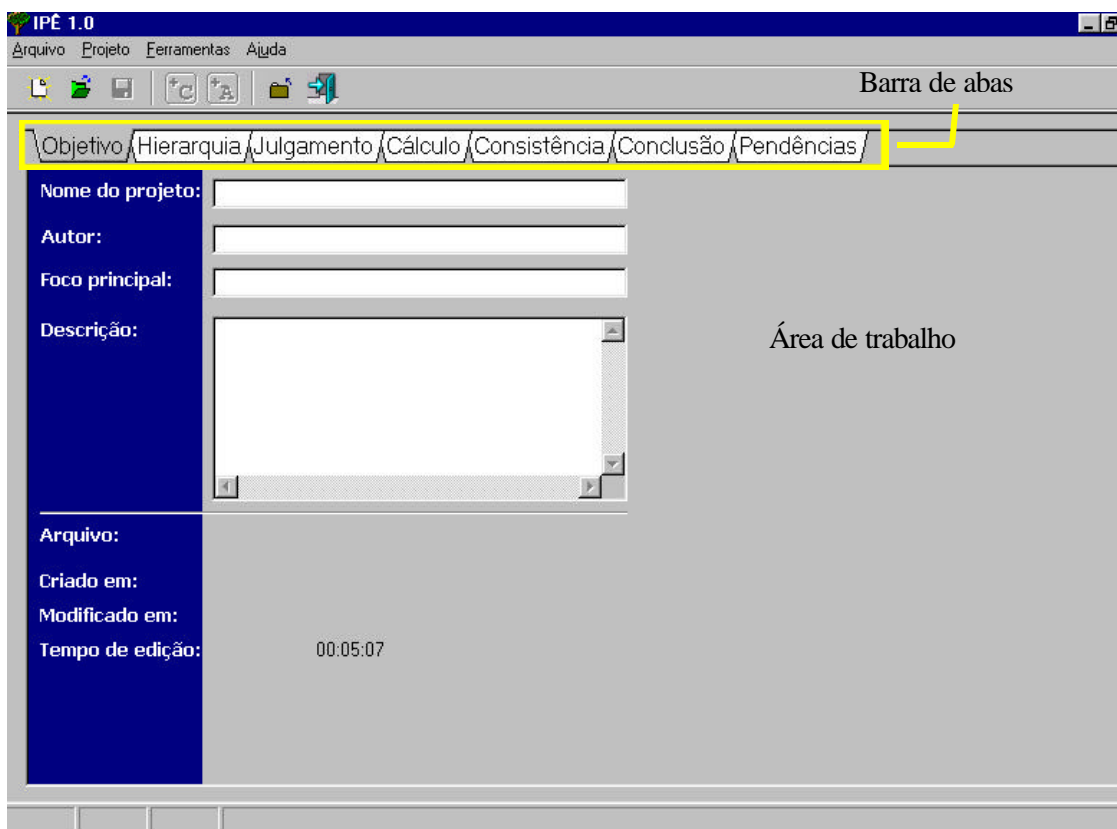


Figura 2.8. Tela principal.

A seguir descrevem-se as principais funções presentes no Menu Principal.

2.2.1 Menu Principal > Arquivo

Conforme pode ser observado na Figura 2.9, ao acionar esta opção neste menu, o usuário tem as seguintes opções:

- Novo: cria novo Projeto.
- Abrir: Abre Projeto existente.
- Recentes: abre os últimos projetos acessados pelo usuário.
- Imprimir: Imprime os dados do projeto atual.
- Salvar: Salva o projeto em uso.
- Salvar como: Salva o projeto em uso com um novo nome.
- Sair: Sai do ambiente do programa.
- Menu Principal > Arquivo > Novo

Conforme ilustrado na Figura 2.10, nesta opção o usuário pode apresentar as seguintes informações sobre o projeto: Título; Nome do autor; Descrição do foco principal; e, Descrição

ou resumo do projeto. Além destas informações, nesta tela é possível ao usuário identificar o tempo total acumulado, gasto no desenvolvimento do mesmo.

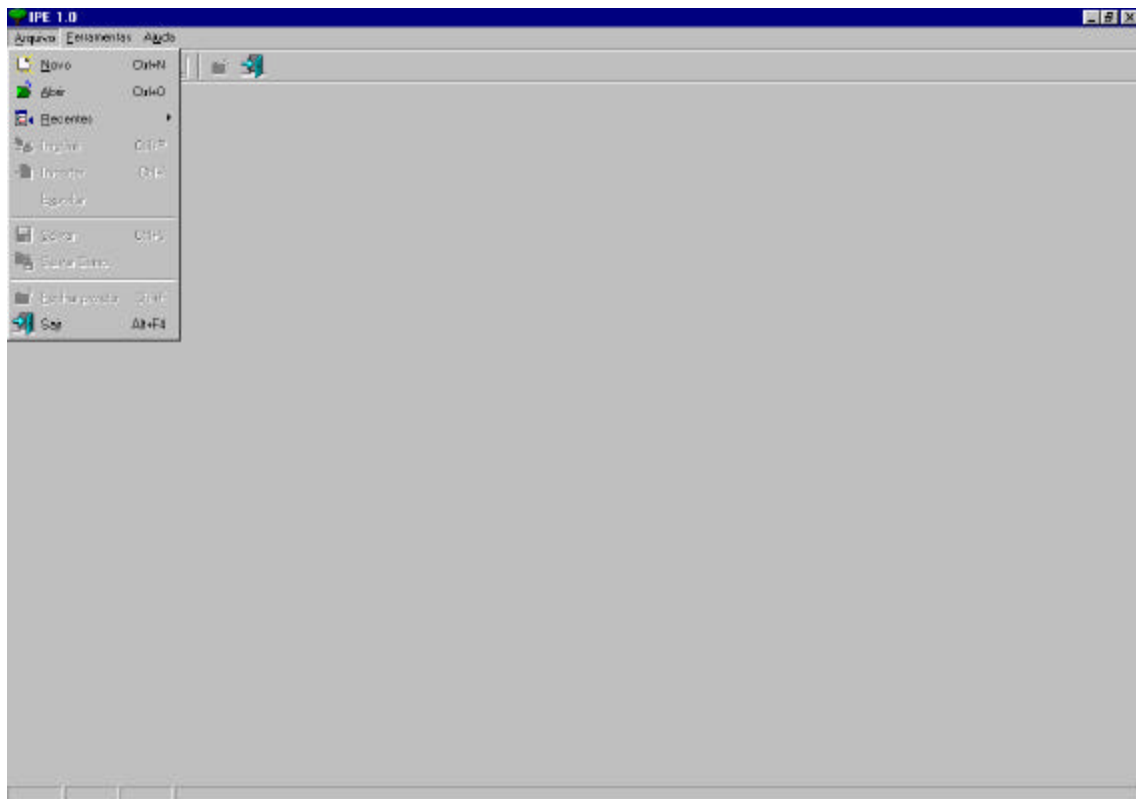


Figura 2. 9 Menu Principal>Arquivo

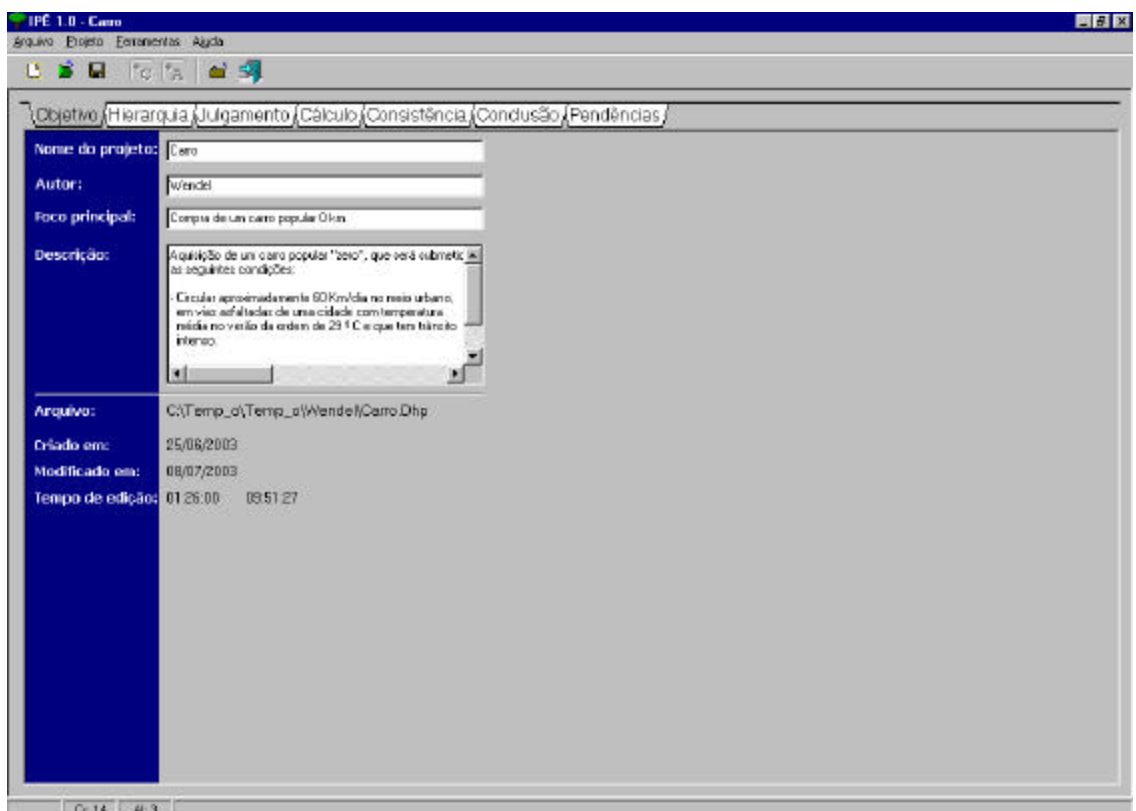


Figura 2.10 - Menu Principal> Arquivo>Novo.

- 2.2.2 Menu Principal> Projeto

Conforme pode ser observado na Figura 2.11, ao acionar esta opção neste menu, o usuário tem as seguintes opções:

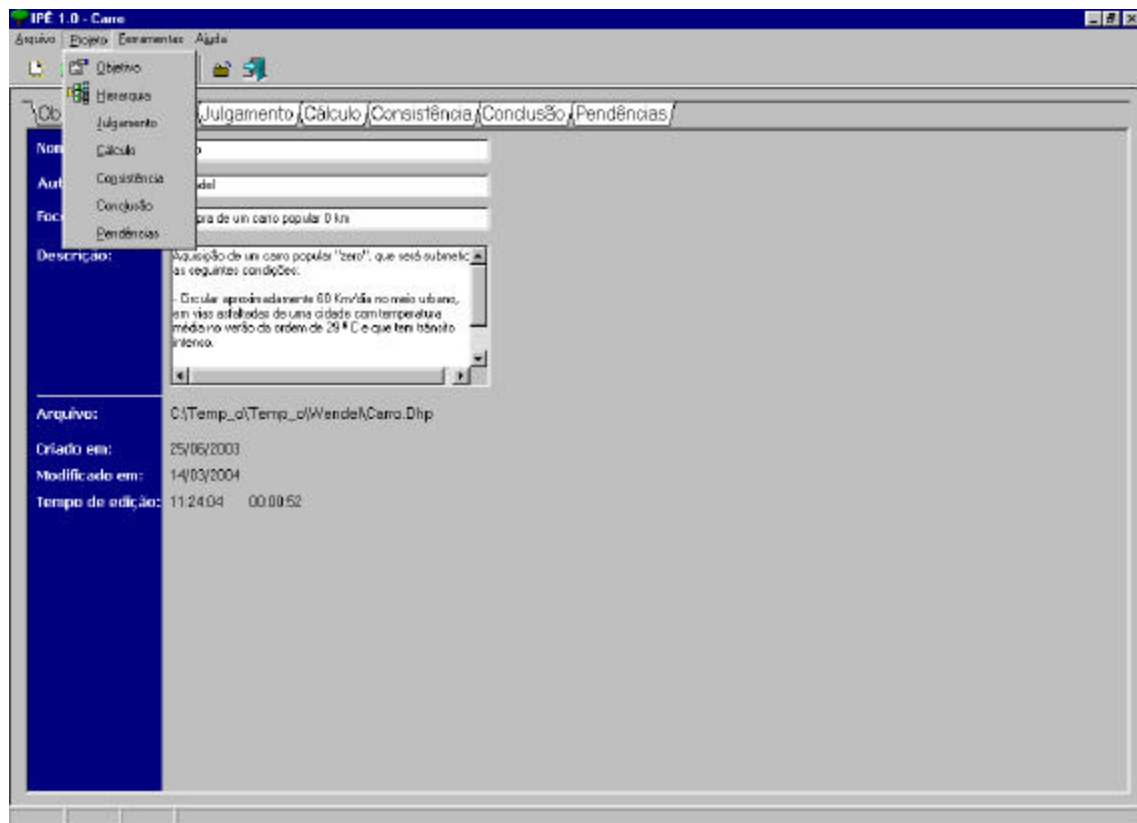


Figura 2.11 Menu Principal>Projeto

- Objetivo: permite ao usuário editar o foco principal
- Hierarquia: permite ao usuário acessar a áreas de edição da hierarquia, na qual é possível incluir/excluir/editar critério/sub-critério/alternativa.
- Julgamento: acessa o modo de emissão de julgamentos paritários.
- Cálculo: nesta área, o usuário pode estabelecer o cálculo das prioridades locais.
- Consistência: calcula as razões e índices de consistência.
- Conclusão: permite ao usuário visualizar o vetor de prioridades global.

As opções disponíveis neste Menu Principal>Projeto também são acessíveis pelas abas de modelagem.

- **Menu Principal> Projeto >Objetivo**

Conforme pode ser observado na Figura 2.12, nesta opção o usuário pode editar os dados referentes ao objetivo ou foco principal. Ainda nesta tela, o usuário recebe as seguintes informações adicionais sobre o projeto:

- Nome do arquivo fonte e do diretório onde o mesmo está localizado.
- Data de criação.
- Data da última alteração
- Tempo total (hh:mm:ss) e tempo da sessão atual, consumidos na edição do projeto.

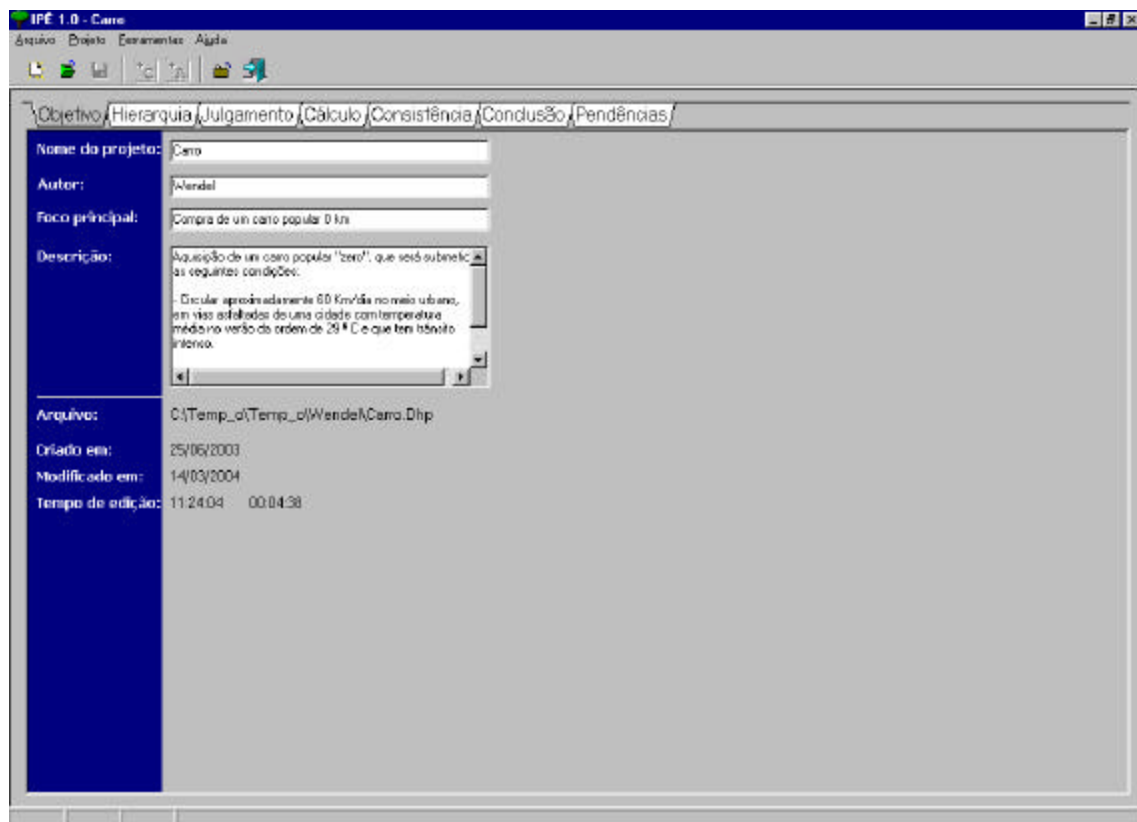


Figura 2.12 Menu Principal>Projeto>Objetivo.

Observação: a partir deste ponto, faz-se uso do exemplo constante do arquivo carro.dhp – distribuído com o pacote de instalação do IPÊ. Este exemplo é utilizado como referência didática em COSTA (2002) e trata-se da escolha de um automóvel popular “0 km” para ser utilizado no seguinte contexto:

- Circular aproximadamente 60 Km/dia no meio urbano, em vias asfaltadas de uma cidade com temperatura média no verão da ordem de 29 ° C e que tem trânsito intenso.
- Atender, também, ao lazer de uma família (composta por 02 adultos e duas crianças)

- De forma rotineira, a cada 15 dias, este veículo será utilizado para o deslocamento da família até um sítio que fica aproximadamente 100 Km da cidade (sendo 10 km em estrada de "terra batida").
- A cidade fica a 5 Km do mar (portanto há grande influência de corrosão devido à proximidade do mar).

Uma outra condição deste problema é que o comprador dispõe de R\$15.000,00 para adquirir o carro.

- **Menu Principal> Projeto > Hierarquia**

Conforme pode ser observado na Figura 2.13, nesta opção o usuário pode acessar os botões inserir critério e inserir alternativas, que geram, respectivamente, as telas ilustradas nas Figuras 2.14 e 2.15. Observa-se, também, que a área de trabalho é dividida em suas subáreas: Área da Hierarquia e Área Operacional. Na área da hierarquia, observa-se um nó “pai” (no caso, o foco principal); e, na área operacional observam-se os “filhos” do nó “pai” (no caso, os critérios).

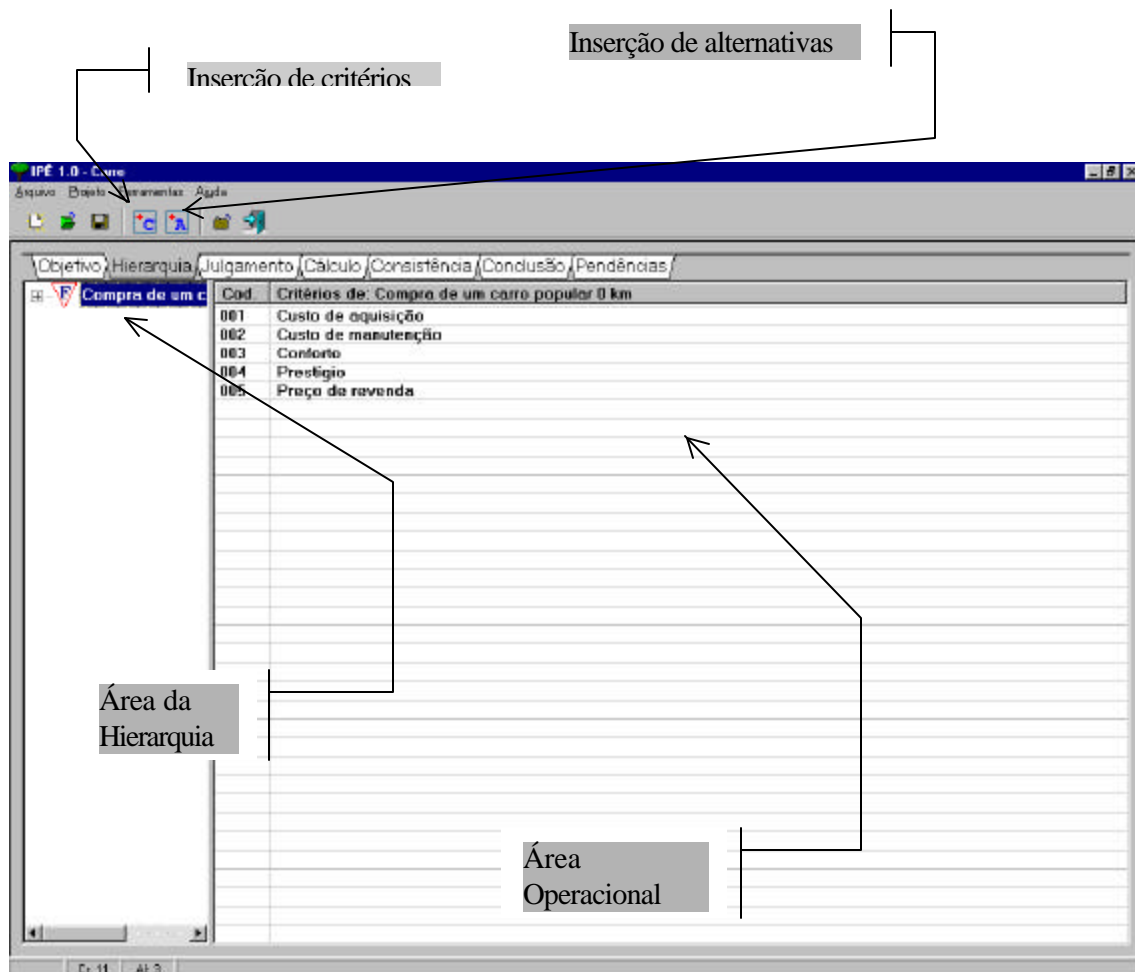


Figura 2.13 Menu Principal>Projeto>Hierarquia.

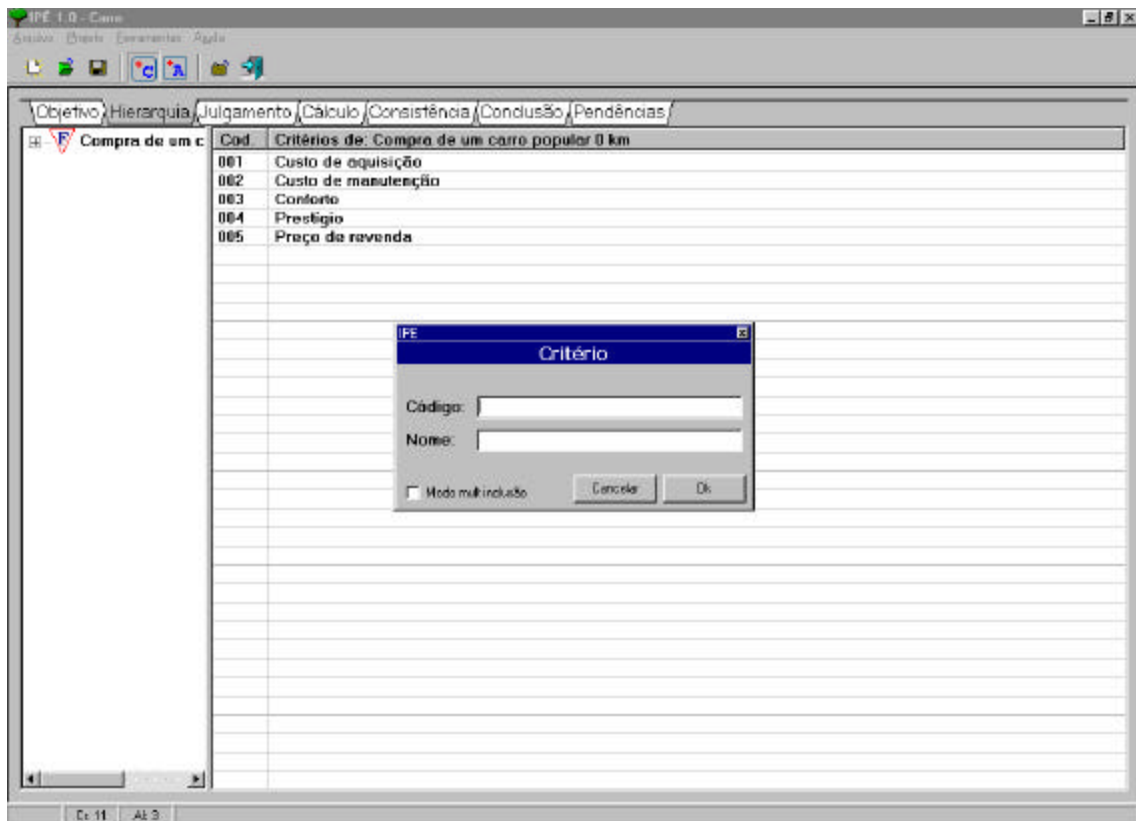


Figura 2.14 Menu Principal>Projeto>Hierarquia + <+C>

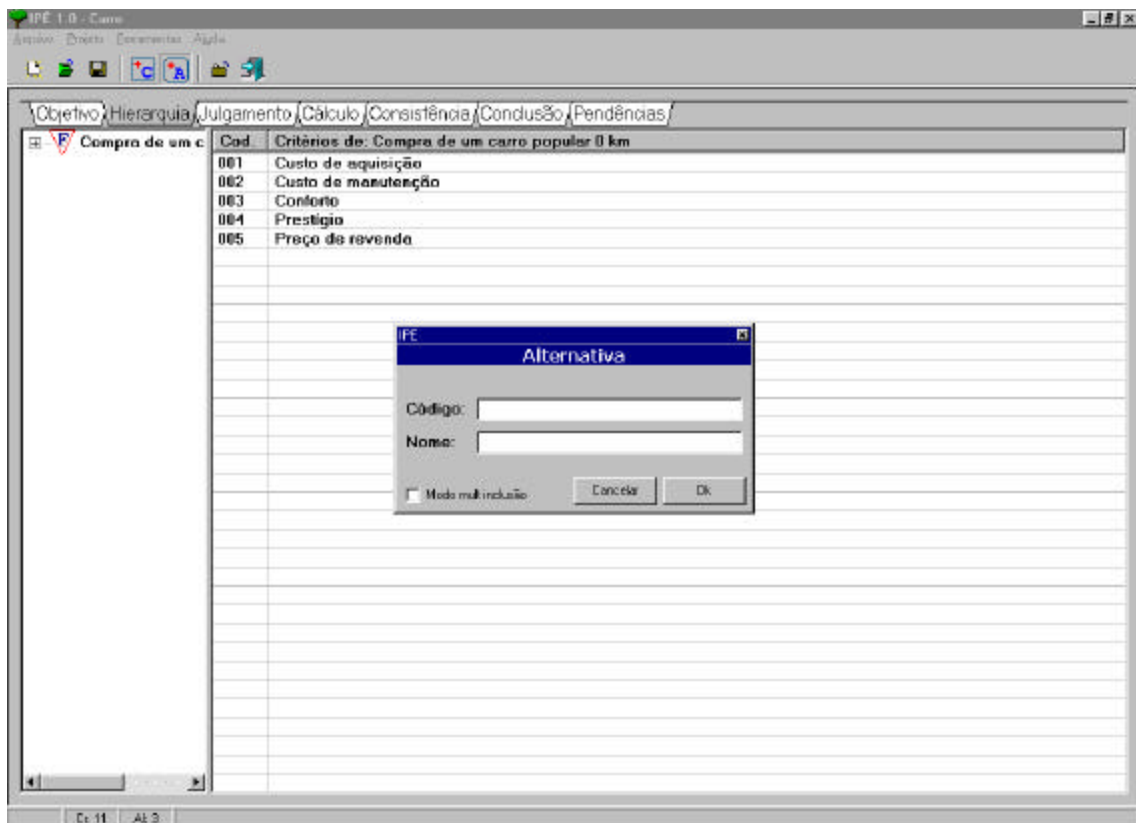


Figura 2.15 Menu Principal>Projeto>Hierarquia + [+A]

- **Menu Principal> Projeto >Hierarquia [Área da Hierarquia]**

A Figura 2.16 ilustra a árvore ou hierarquia construída para o projeto Carro. Mais especificamente, observa-se que na [Área da Hierarquia] o critério “custo de aquisição” está destacado como nó “pai”; e, na [Área operacional] estão listados os sub-critérios (preço e forma de pagamento), que são “filhos” deste nó “pai”.

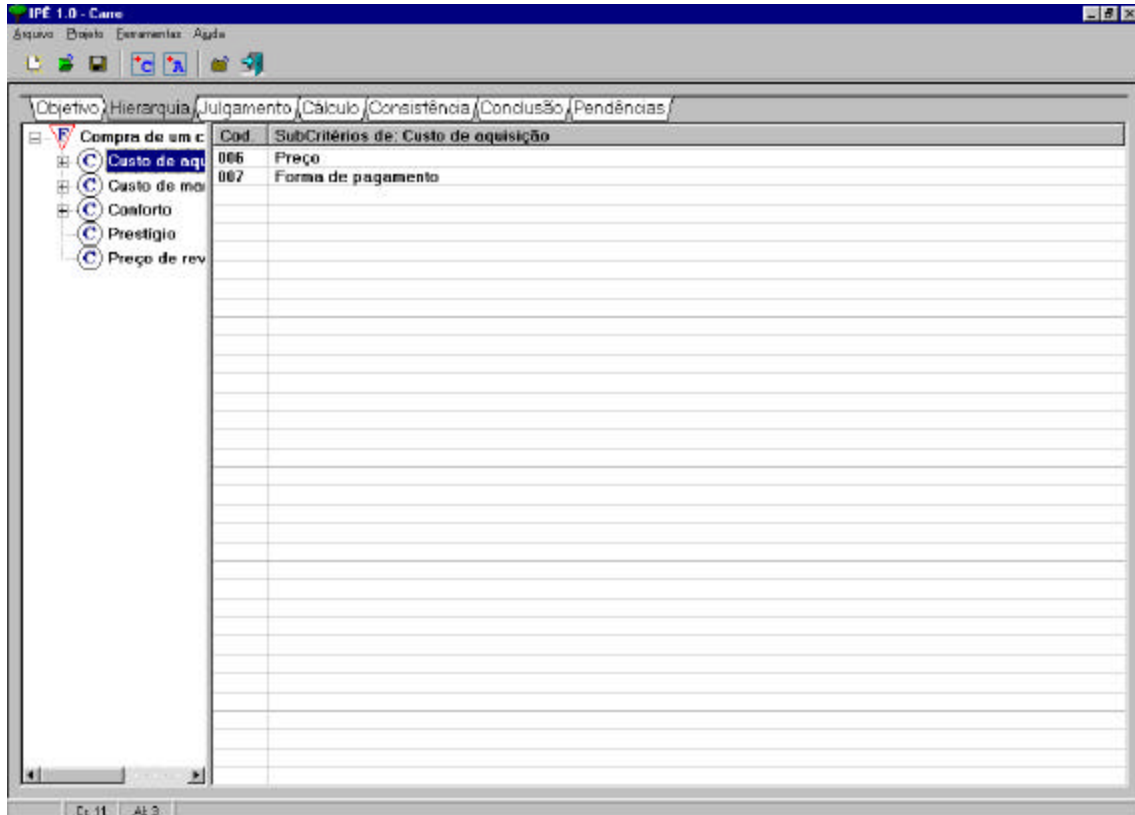


Figura 2.16 Menu Principal>Projeto>Hierarquia [Visão da Hierarquia/Árvore compactada].

Uma visão da árvore expandida (incluindo a visualização dos subcritérios) é apresentada na Figura 2.17. Nesta figura observa-se na [Área da Hierarquia] a árvore expandida até o nível de sub-critérios; e, na [Área Operacional] as alternativas como “filhas” do subcritério dirigibilidade.

Ainda no contexto da [Área da Hierarquia], posicionando-se o ponteiro do mouse sobre o critério e pressionando-se o botão esquerdo do mouse, abre-se um menu do tipo *Pop-up* que possibilita adicionar, editar ou excluir um critério – ver Figura 2.18.

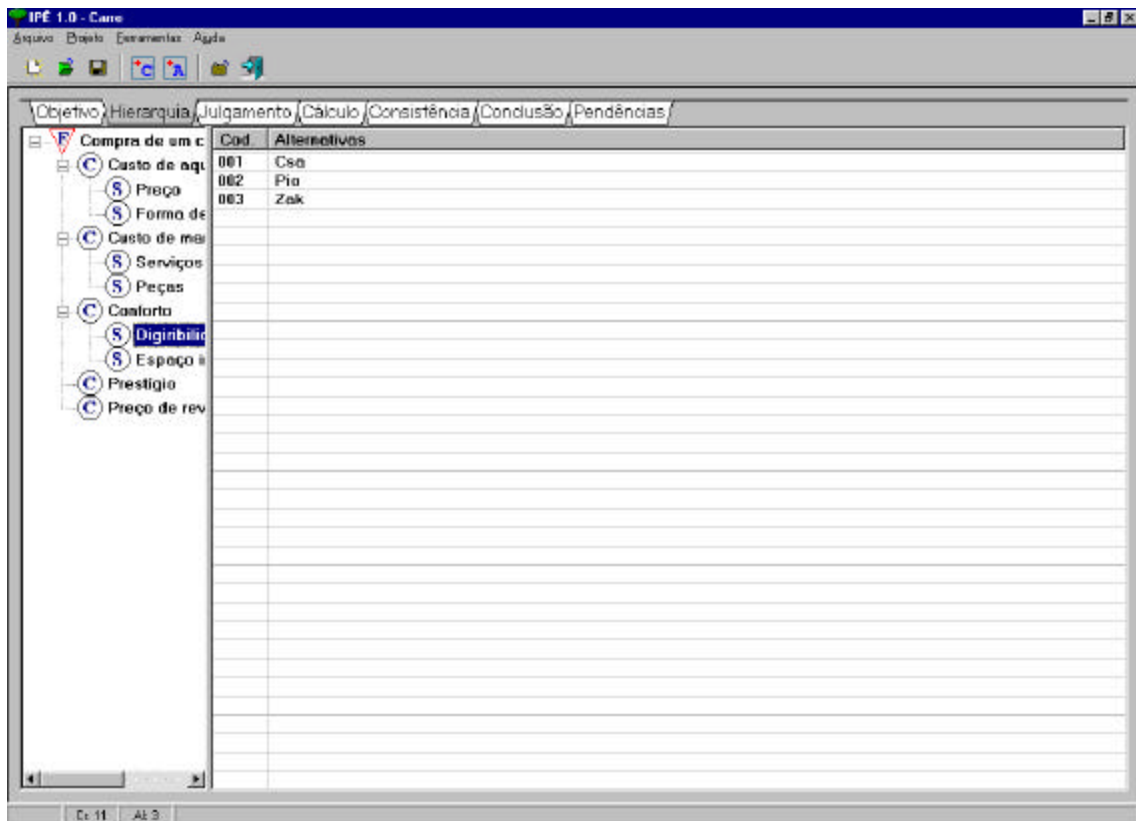


Figura 2.17 Menu Principal>Projeto>Hierarquia [Área de Hierarquia/Árvore expandida].

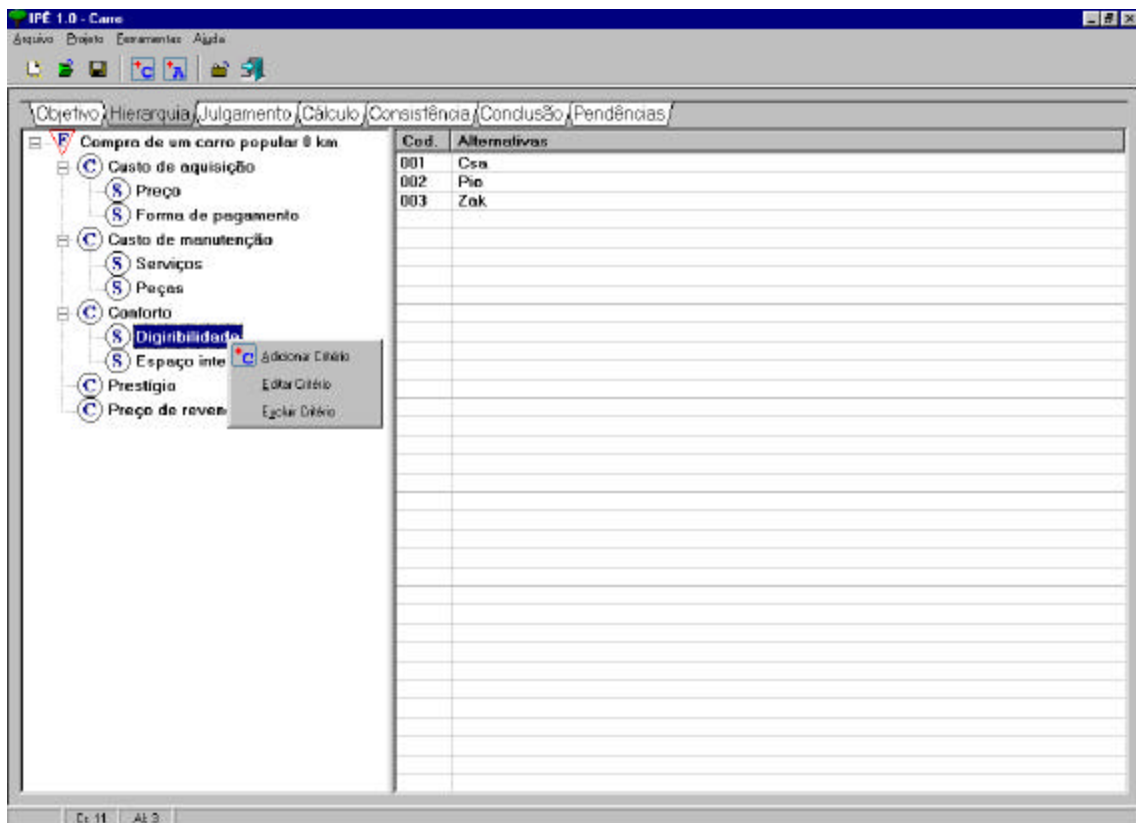


Figura 2.18 Menu Principal>Projeto>Hierarquia [Área de Hierarquia/Árvore expandida/Menu pop up visível].

- **Menu Principal> Projeto >Hierarquia [Área Operacional]**

No âmbito do sistema IPÊ 1.0, na [Área Operacional] é possível visualizar informações referentes ao cruzamento [contexto elemento (ou nó) da hierarquia x contexto da aba do projeto]. Onde contexto do projeto pode ser: [Hierarquia]; [Julgamento]; [Cálculo]; [Consistência]; [Conclusão]; ou, [Pendências].

- **Menu Principal> Projeto >Julgamento [Área Operacional: Julgamento]**

Na [Área Operacional:Julgamento] é possível emitir os julgamentos paritários dos “filhos” à luz dos “pais” utilizando a escala de preferência/importância de nove posições desenvolvida por Saaty (1977) e reportada em SSATY (2000), e COSTA (2002).

Na Figura 2.19, observa-se na [Área operacional] os julgamentos paritários da importância relativa dos critérios que são “filhos” do Foco à luz do mesmo (observe que na [Área da Hierarquia] o Foco está destacado).

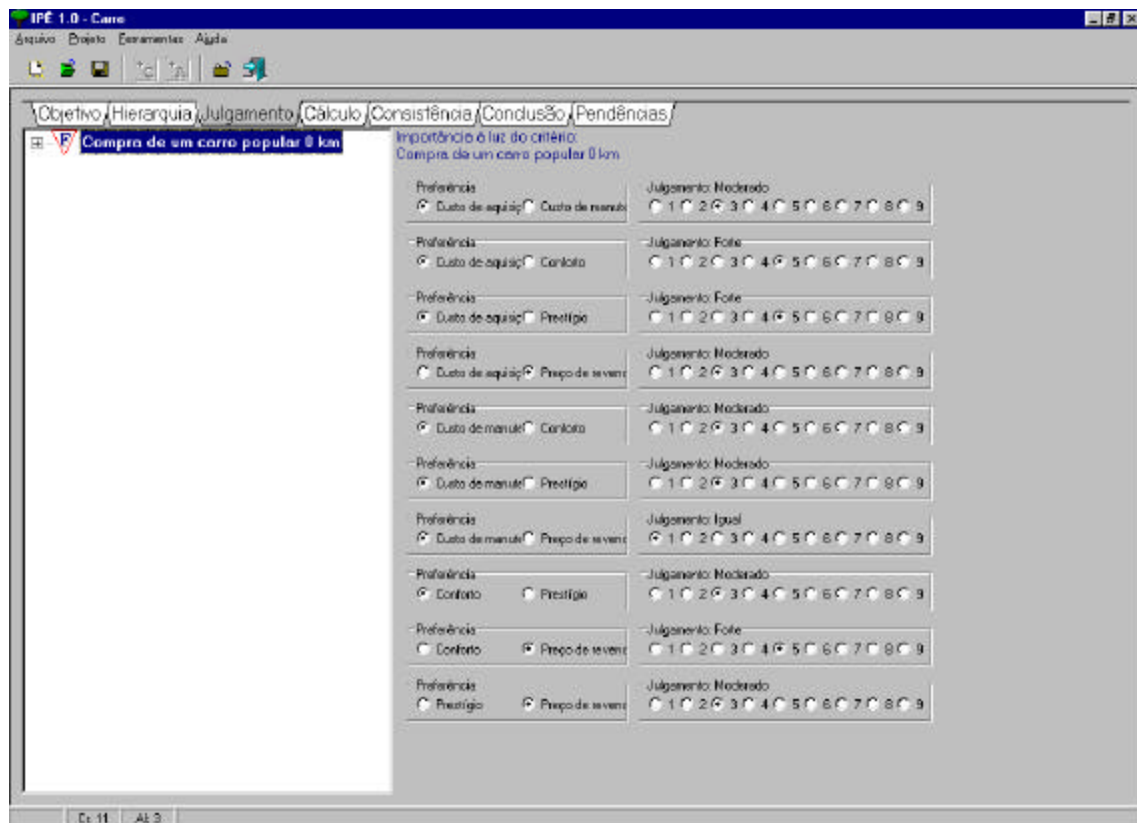


Figura 2.19 Menu Principal>Projeto>Julgamentos [Área Operacional/Julgamentos: importância dos critérios à luz do foco principal].

Os julgamentos ilustrados nesta figura devem ser lidos da seguinte forma:

“À luz do Foco Principal:

- a importância do critério Custo de Aquisição é moderadamente superior à importância dos critérios Custo de Manutenção e Preço de Revenda.
- a importância do critério Custo de Aquisição é fortemente superior à importância dos critérios Prestígio e Conforto.
- a importância do critério Custo de Manutenção é moderadamente superior à importância dos critérios Prestígio e Conforto.
- a importância do critério Custo de Manutenção é equivalente à importância do critério Preço de Revenda.
- a importância do critério Preço de Revenda é moderadamente superior à importância do critério Prestígio.
- a importância do critério Preço de Revenda é fortemente superior à importância do critério Conforto.
- a importância do critério Conforto é moderadamente superior à importância do critério Prestígio.”

Na Figura 2.20, observa-se na [Área operacional] os julgamentos paritários da importância relativa dos sub-critérios Espaço interno e Dirigibilidade que são “filhos” do critério Conforto à luz deste último (observe que na [Área da Hierarquia] o critério Conforto está destacado). A leitura deste julgamento é feita da seguinte forma: “O sub-critério Dirigibilidade tem uma importância fortemente superior a importância do sub-critério Espaço interna na composição do critério conforto”.

Na Figura 2.21, observa-se na [Área operacional] os julgamentos paritários da preferência relativa das alternativas à luz do subcritério Dirigibilidade. Observe que na [Área da Hierarquia] o subcritério Dirigibilidade está destacado. A leitura destes julgamentos é feita da seguinte forma:

“À luz do critério dirigibilidade:

- O automóvel Csa é moderadamente preferível quando comparado com o automóvel Pio.
- O automóvel Csa é moderadamente preferível ao automóvel Zak.
- Os automóvel Zak e Pio são igualmente preferíveis”.

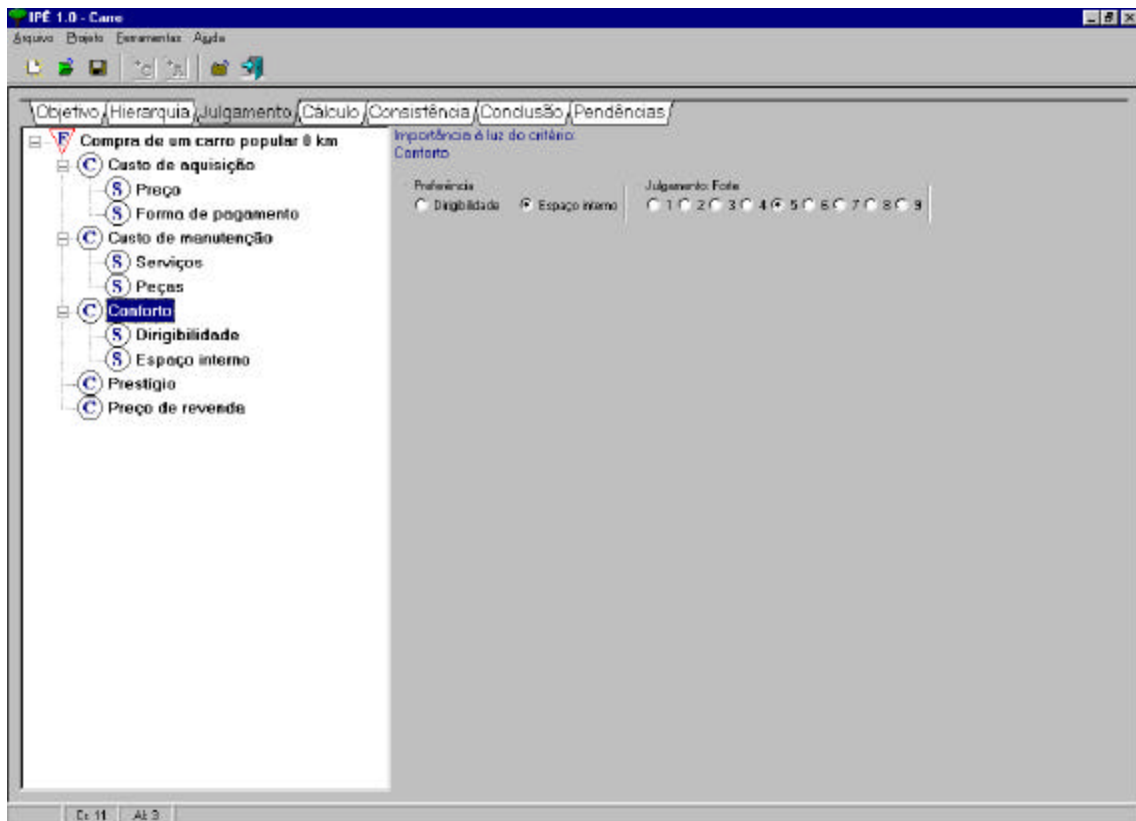


Figura 2.20 Menu Principal>Projeto>Julgamentos [Área Operacional/Julgamentos: Conforto].

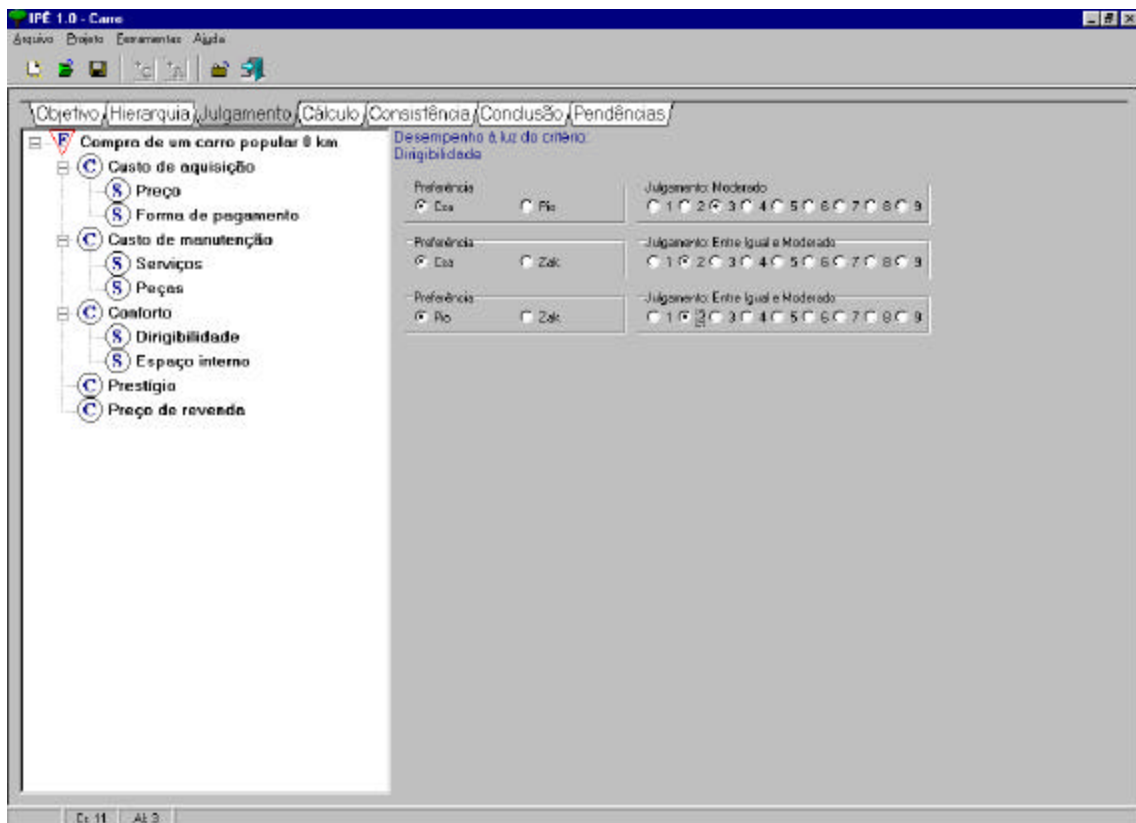


Figura 2.21 Menu Principal>Projeto>Julgamentos [Área Operacional/Julgamentos: Dirigibilidade].

Menu Principal> Projeto >Cálculo [Área Operacional: Cálculo]

Na [Área Operacional:Cálculo] o usuário pode calcular os vetores de prioridades locais. Neste caso, basta – estando no contexto da *aba Calcular* – posicionar o ponteiro do mouse sobre um nó da hierarquia na [Área de hierarquia] e aplicar um duplo click no botão esquerdo do mouse. Realizando este procedimento, na [Área operacional] serão apresentadas as prioridades relativas dos “nós filhos” à luz do “nó pai” - nó da [Área da hierarquia] sobre o qual se aplicou o “duplo click”.

A Figura 2.22 ilustra na [Área operacional] as prioridades relativas das importâncias dos critérios que são “filhos” do nó Foco à luz deste (observe que na [Área da Hierarquia] o Foco está destacado).

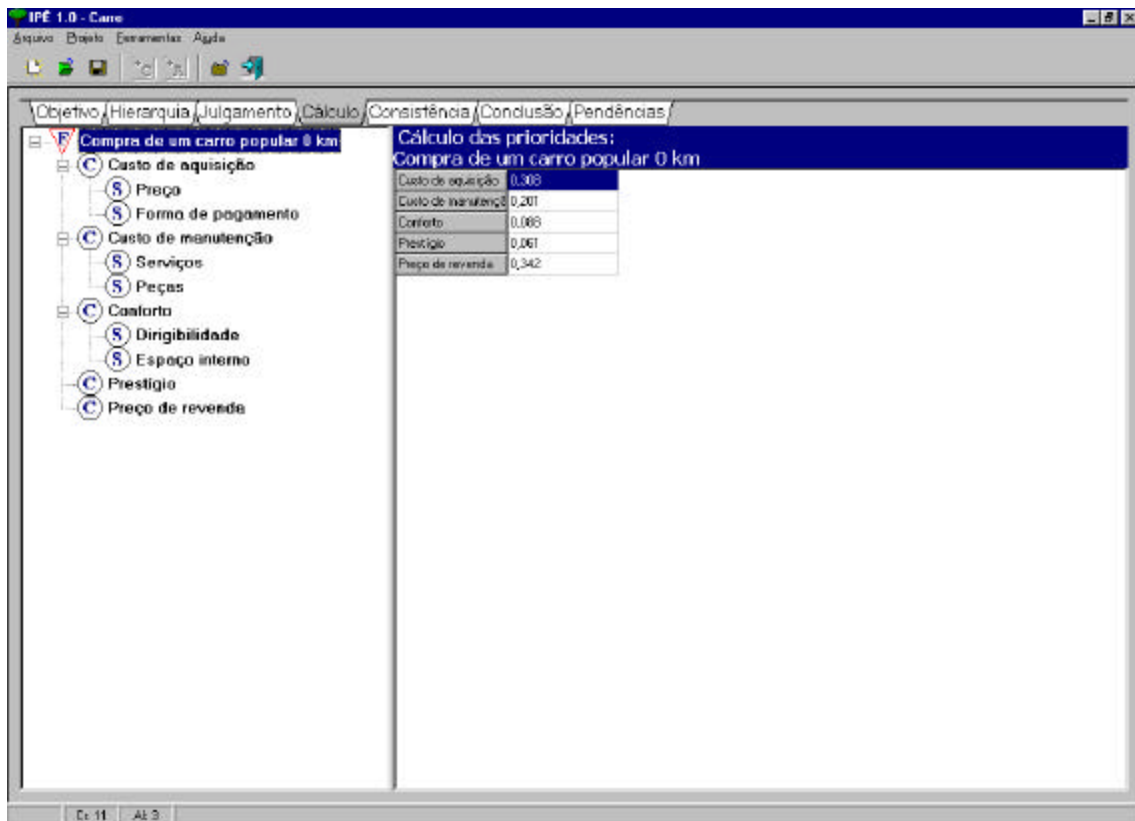


Figura 2.22 Menu Principal>Projeto>Cálculo [Área Operacional/Cálculo: Foco].

A Figura 2.23 ilustra na [Área operacional] as prioridades relativas das importâncias dos subcritérios Espaço interno e Dirigibilidade, que são “filhos” do critério Conforto, à luz deste último. Observe que na [Área da Hierarquia] o critério Conforto está destacado.

A Figura 2.24 ilustra na [Área operacional] as prioridades relativas das preferências das alternativas à luz dos subcritério Dirigibilidade. Observe que na [Área da Hierarquia] o subcritério Dirigibilidade está destacado.

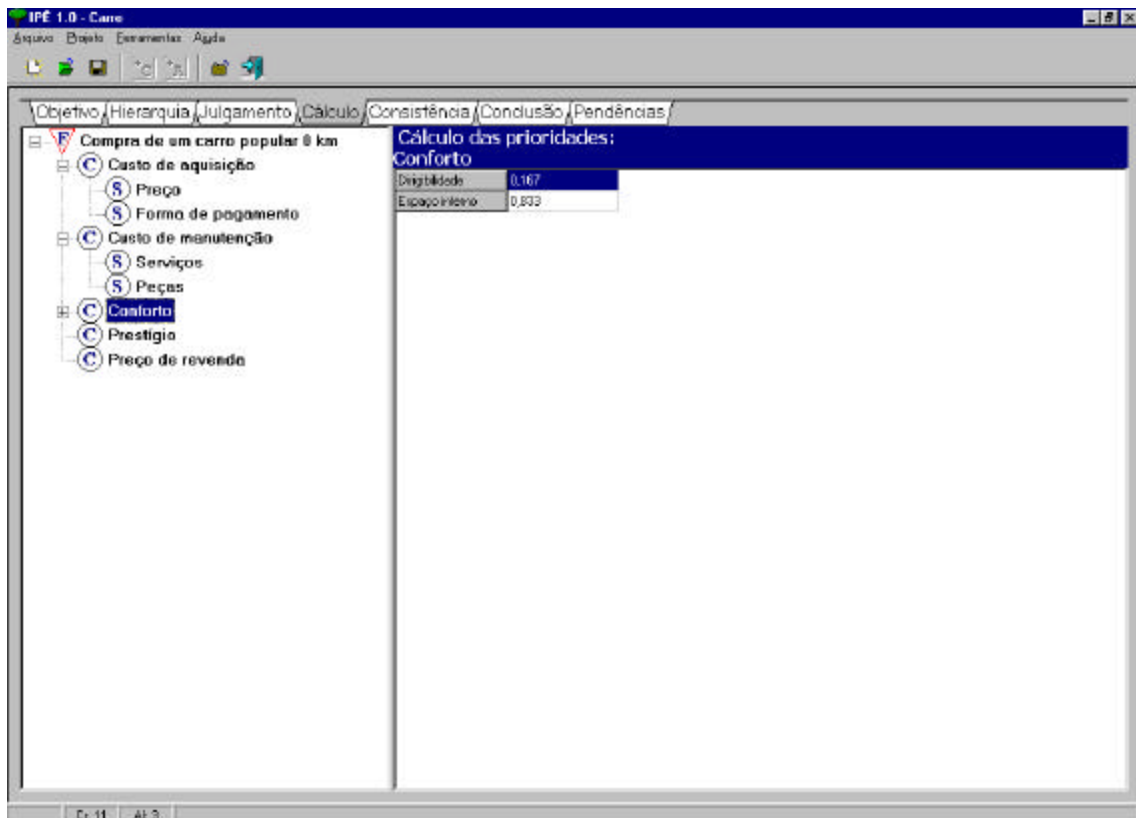


Figura 2.23 Menu Principal>Projeto>Cálculo [Área Operacional/Cálculo: Conforto].

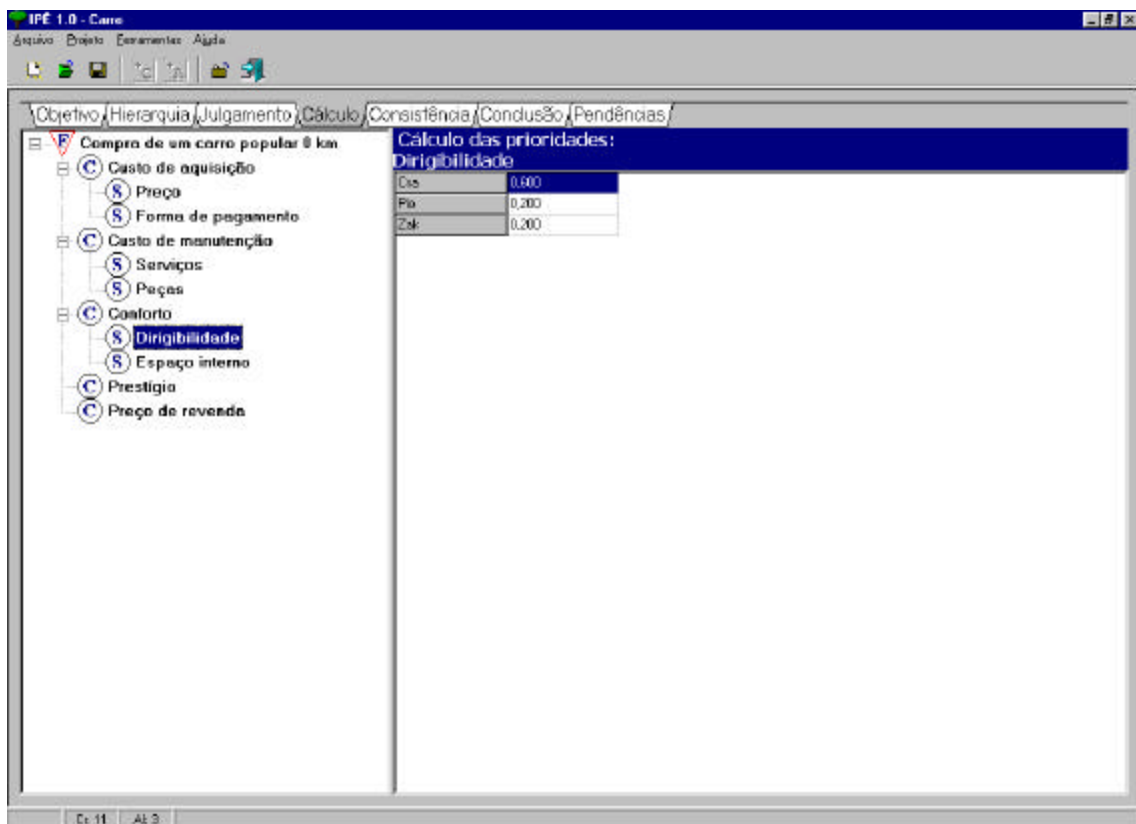


Figura 2.24 Menu Principal>Projeto>Cálculo [Área Operacional/Cálculo: Dirigibilidade].

- **Menu Principal> Projeto >Conclusão [Área Operacional: Consistência]**

O Método de Análise Hierárquica permite avaliar ao nível de consistência ou *Razão de Consistência (RC)* dos julgamentos paritários realizados à luz de um nó “pai”. SAATY (1991, 2000) recomenda a aceitação de julgamentos em um nó “pai” com RC inferior a 0,1.

Na [Área Operacional: Consistência] o usuário recebe a informação da razão de consistência associada ao nó “pai”. As Figura 2.25 e 2.26 ilustram, respectivamente, as Razões de Consistência associadas aos julgamentos realizados à luz do subcritério Dirigibilidade e Espaço Interno. Neste caso, os dois valores indicam julgamentos aceitáveis à luz do plano de corte estabelecido em Saaty.

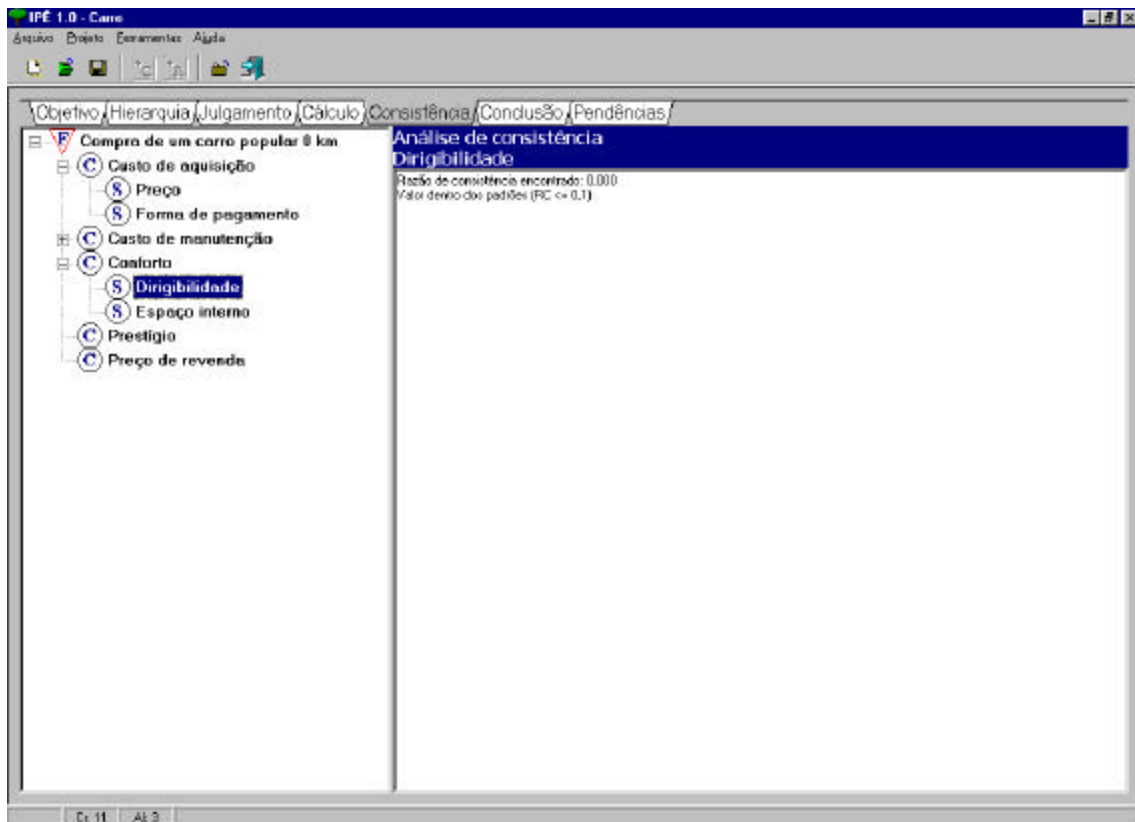


Figura 2.25 Menu Principal>Projeto>Consistência [Área Operacional/Consistência: Dirigibilidade (RC = 0,000)].

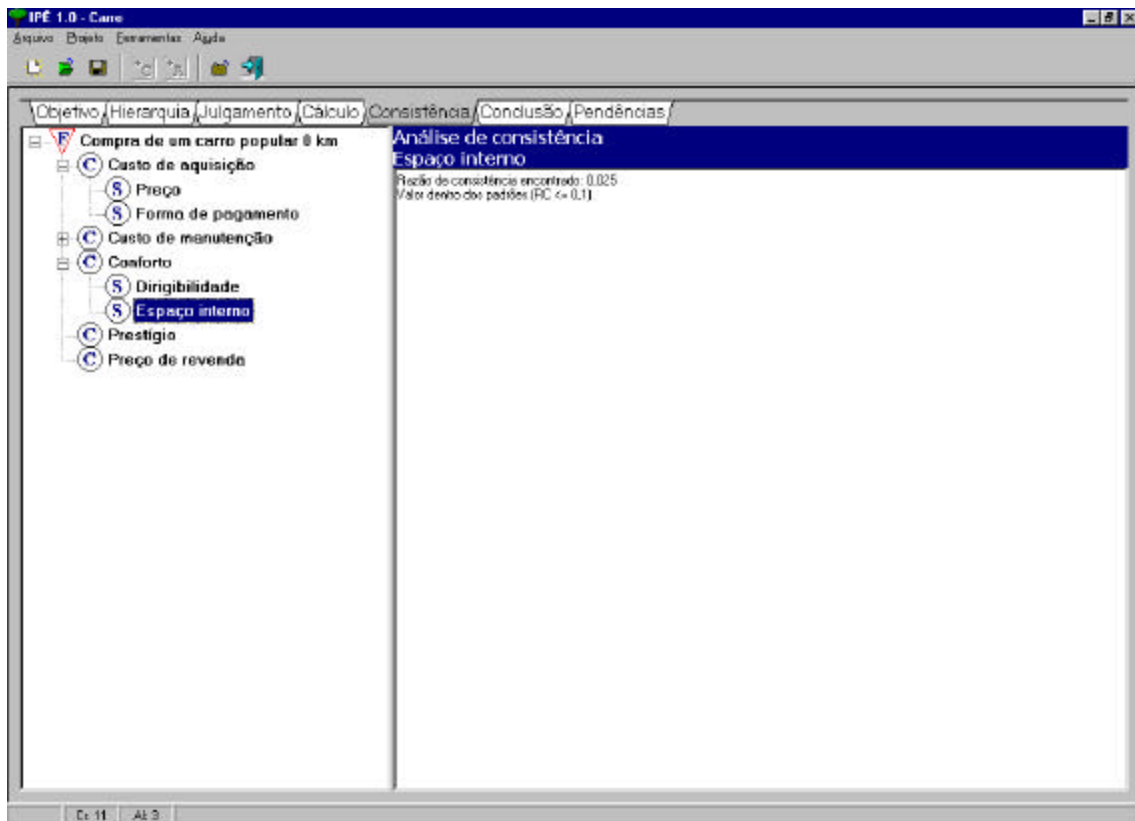


Figura 2.26 Menu Principal>Projeto>Consistência [Área Operacional/Consistência: Espaço interno (RC = 0,025)].

- **Menu Principal> Projeto >Conclusão [Área Operacional: Conclusão]**

Na [Área Operacional: Conclusão] o usuário recebe a informação da prioridade relativa das alternativas à luz do Foco. A Figura 2.27 ilustra na [Área operacional] as prioridades globais das alternativas para o projeto Carro. Estas prioridades são:

- Automóvel CSA => preferência global = 30,82 %
- Automóvel PIO => preferência global = 37,07 %
- Automóvel ZAK => preferência global = 32,12 %

Menu Principal> Projeto >Pendências [Área Operacional: Pendências]

Na [Área Operacional: Pendências] o usuário pode visualizar as pendências na do projeto que impedem o cálculo da prioridade global. A Figura 2.28 ilustra a Tela Pendências. Desta figura observa-se que:

- No foco principal, ainda não foram executados os cálculos da consistência e da prioridade local (sem este último, não é possível executar o tópico Conclusão).
- No Projeto, ainda não foi efetuada a tarefa Conclusões (esta tarefa só pode ser executada após a execução dos cálculos em todos os nós de julgamento da hierarquia).

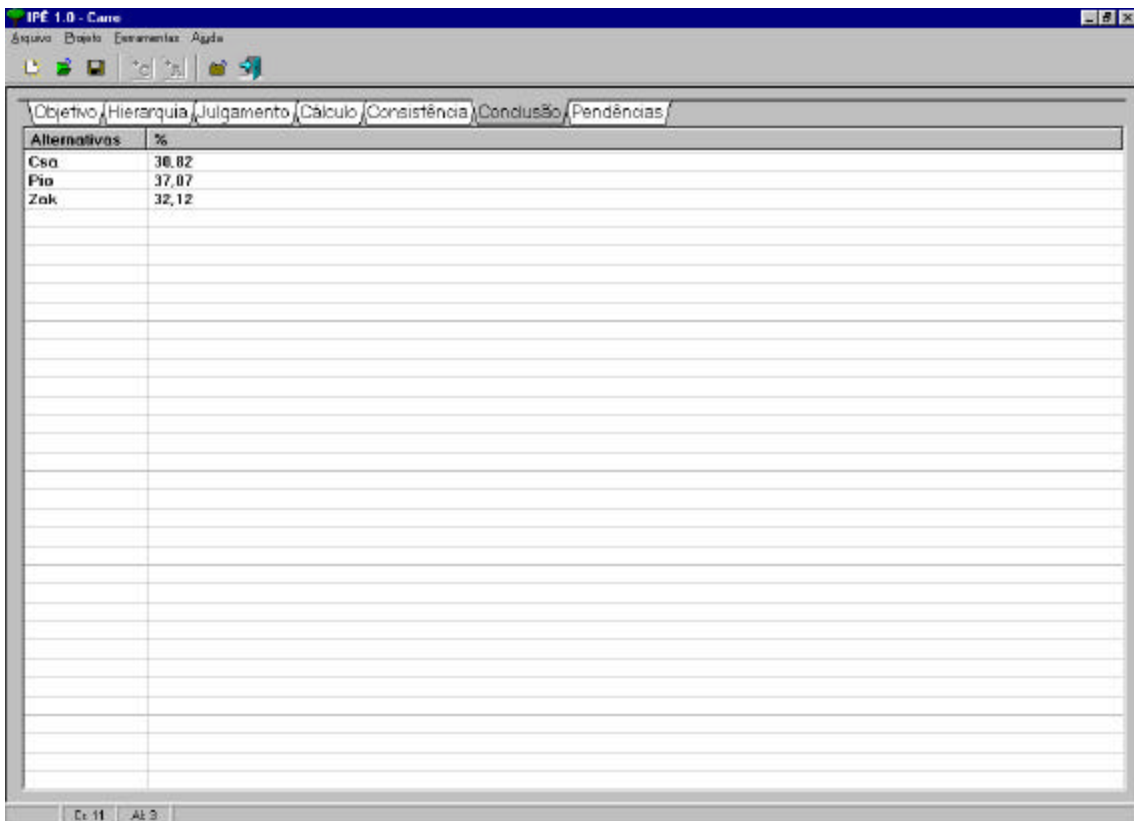


Figura 2.27 Menu Principal>Projeto>Conclusão [Área Operacional/Conclusão].

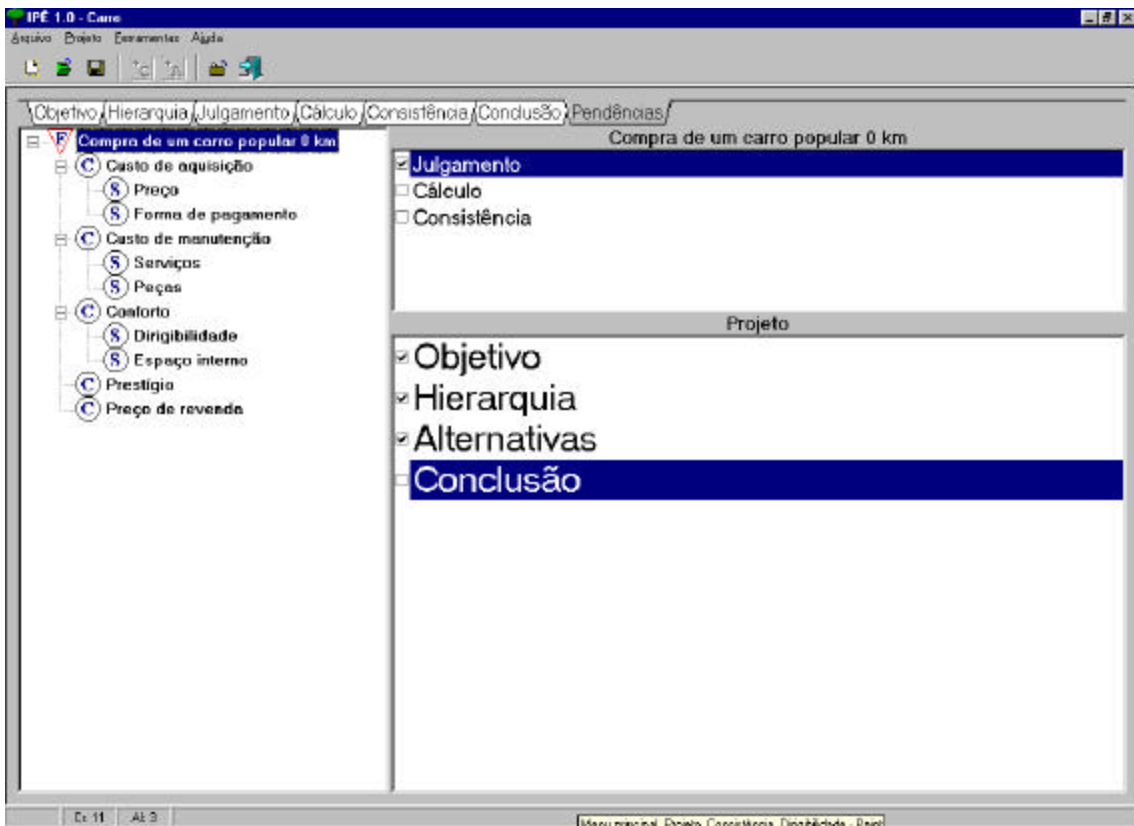


Figura 2.27 Menu Principal>Projeto>Pendências [Área Operacional/Pendências].

3. CONCLUSÃO

Este texto buscou apresentar um manual de orientação a utilização do sistema computacional IPE. Este sistema foi testado em diferentes situações. Nos testes de validação diferentes hierarquias foram construídas e testadas. Estes testes incluíram hierarquias com até três níveis de sub-critérios e com até 10 elementos em um mesmo nível da hierarquia. Estes testes incluíram contrastar os resultados obtidos pelo sistema com os resultados obtidos ao se executar o modelo “manualmente”.

Observa-se ainda que, devido aos conceitos de orientação a objetos, utilizado no desenvolvimento do IPE, este sistema não limita o número máximo de elementos em um nível da hierarquia ou o número máximo de níveis de sub-critérios da hierarquia. Assim, espera-se, que esta limitação ocorra pelos seguintes fatores:

- Capacidade de memória e de processamento da plataforma computacional (configuração do sistema operacional e de hardware).
- Limitações do usuário que pode se “cansar” em emitir julgamentos para muitos elementos na hierarquia. Esta limitação, caso surja, será inerente ao modelo construído e não ao sistema computacional.

As considerações obtidas a partir destes testes são apresentadas a seguir:

- Sistema operacional: o IPE foi desenvolvido para ser executado no ambiente Windows, tendo sido testado nas versões do 95, 98, 2000 e XP, deste sistema Os testes não indicaram restrição de uso aos mesmos nestas plataformas, não sendo necessária a inclusão de bibliotecas adicionais para utilização do IPE nestas plataformas.
- Quanto as restrições de hardware: o sistema foi testado em diferentes configurações de máquinas, não apresentando restrições a sua utilização. No caso, a máquina com maior restrição de hardware no qual este sistema foi testado, trata-se de uma máquina equipada com processador Pentium 166, com 64 Mb de memória RAM.
- Quanto aos resultados: nos testes finais, todos os resultados dos modelos executados pelo sistema IPE, coincidiram com os resultados obtidos “manualmente”. Isto indica que os resultados dos cálculos das prioridades e da análise de consistência estão de acordo com o método de análise hierárquica.
- Quanto ao construção e manutenção dos modelos: nos testes finais, as funcionalidades do sistema computacional foram testadas e validadas. Ou seja: não foram identificadas falhas na execução das funções previstas na interface com o usuário.
- Quanto a adaptabilidade da interface ao usuário: A interface foi desenvolvida baseada nos conceitos da *análise de requisitos* da disciplina Engenharia de Software e incluiu a etapa de entrevista com usuário e testes de adequação ao uso. Este grupo de usuários apresenta as seguintes características específicas:
 - Usuário com experiência de 12 anos no desenvolvimento de modelos de Auxílio à Decisão, fundamentados no AHP.

- Usuários alunos de cursos nos quais a modelagem de problemas de decisão pelo AHP foram estudadas. Estes usuários eram alunos de cursos de mestrado, doutorado e graduação (Engenharia, Administração e Ciências da computação).

Estas características indicam que a adequação da interface ao usuário foi testada e aprovada em um ambiente particular (ambiente acadêmico). Sendo assim, testes em ambientes não acadêmicos são recomendados para avaliar a adequação da interface gráfica ao usuário em ambientes desta natureza.

4. REFERÊNCIAS

COSTA, H. G. *Introdução ao Método de Análise Hierárquica*. Niterói, RJ, Brasil: Helder Gomes Costa. 2002.

SAATY, T.L., *Decision Making for Leaders* , Pittsburg, USA: RWS Publications, 2000.

SAATY, T.L., *Método de Análise Hierárquica*, São Paulo SP, Brás; McGraw-Hill-Makron, 1991. (Versão ampliada e revisada por Wainer da Silveira e Silva , do original em inglês *The Analytic Hierarquic Process* , Pittsburg, USA: R WS Publications, 1980.)

5. BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

BELTON, V.; GEAR, A.E. On a Short-coming of Saaty's Method of Analytic Hierarchies ; *Omega*, v. 11, n° 3, pp . 228-320, 1983.

BELTON, V. AND GEAR, A.E. The Legitimacy of Rank Reversal- A Comment ; *Omega*, v. 13, n° 3, pp. 375-388, 1985.

CHANKONG, Y.; HAIMES, Y. : *Multiobjective Decision Making*. Amsterdam, Ed. North Holland, 1983.

COSTA, H.G. *Seleção de Parâmetros para a Usinagem Mecânica: Uma Abordagem Multicritério*, Tese (Doutorado), Departamento de Engenharia Mecânica, PUC-Rio, Rio de Janeiro, 1994.

COSTA, H.G.; MOLL, R.N Emprego do Método de Análise Hierárquica (AHP) na Seleção de Variedades para o plantio de Cana-de-Açúcar, *Gestão e Produção*, São Carlos, SP, Brasil: Ed. UFSCar, v. 6, n. 3, pp. 243-256, 1999.

MOLL, R.N. *Tratamento do processo decisório na seleção de variedades de cana-de-açúcar: uma abordagem multicritério*. Dissertação (Mestrado), Programa de Pós- Graduação em Ciências de Engenharia (Engenharia de Produção), UENF , Campos dos Goitacazes, 1997.

RIBEIRO, A.C.; COSTA, H.G.; Emprego do Método de Análise Hierárquica (AHP) na distribuição de custos indiretos: uma proposta para a pequena e média empresa. In: XIX ENEGEP (Encontro Nacional de Engenharia de Produção), (V International Congress of Industrial Engineers). Anais do , Rio de Janeiro, RI, Brasil: Associação Brasileira de Engenharia de Produção - ABEPRO, 1999 (CD-ROM).

SCHONER, B.S.; WEDLEY, C. W. Ambiguous Criteria Weights in AHP: Consequences and Solutions, *Decision Sciences*, v. 20, , pp. 462-475, 1989.

LOOTSMA, F .A. The French and American School in Multi-Criteria Decision Analysis ; *Operations Research*, v. 24, pp. 263-285, 1990.

LOOTSMA, F.A. *A Multiplicative Variant of the Analytic Hierarchy Process -revised version* ; The Netherlands: Faculty of Technical Mathematicá, Delft University of Technology, Report 90-45, 24p, 1990.

LOOTSMA, F .A. Scale Sensitivity in the multiplicative AHP and SMART ; *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, v. 2, pp. 87-110, 1993.

ROY, B. *Multicriteria methodology for decision aid*. Boston,USA: Kluwer Academic Publishers, 1996.

SAATY, T.L. and Vargas, L.G. The Legitimacy of Rank Reversal, *Omega* v. 12 n° 5, 1984.

SAATY , T .L. Physics as a Decision Theory , *European Journal of Operation Research*, North-Holland, v. 48, pp 98- 104, 1990.

VARGAS, L. G.: An overview of the Analytic Hierarchy Process and its applications, *European Journal of Operations Research*, v.28, pp. 2-8, 1990.