



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO E DECISÃO

GUIA DO USUÁRIO - FITRADEOFF

Recife, 2023

Em caso de erros inesperados ou dúvidas, contate-nos em fitradeoff@cdsid.org.br.

SUMÁRIO

| | | |
|--------|--|----|
| 1. | O Sistema | 3 |
| 2. | Acesso | 3 |
| 3. | Introdução de Dados | 4 |
| 4. | Planilhas Modelo | 7 |
| 4.1 | Planilha para problemáticas de escolha, ordenação e classificação..... | 7 |
| 4.2 | Planilha para problemática de portfólio | 9 |
| 5. | Retomada de Problemas | 9 |
| 6. | Avaliação Intracritério..... | 11 |
| 6.1 | Elicitação Intracritério..... | 11 |
| 6.2 | Performando a elicitação intracritério no sistema do FITradeoff | 12 |
| 7. | Página de Input | 14 |
| 7.1 | Mecanismo de Veto | 15 |
| 8. | Ordenação dos Pesos..... | 17 |
| 9. | Elicitação dos Perfis – Problemática de Classificação | 19 |
| 10. | Elicitação por Decomposição | 20 |
| 11. | Exibição de Resultados | 23 |
| 11.1 | Visualização para problemática de escolha | 23 |
| 11.2 | Visualização para problemática de ordenação | 25 |
| 11.3 | Visualização para problemática de portfólio | 26 |
| 11.4 | Visualização na problemática de Classificação | 27 |
| 12. | Avaliação Holística..... | 28 |
| 12.1 | O que isso significa na prática?..... | 28 |
| 12.2 | Problemática de escolha..... | 29 |
| 12.3 | Problemática de ordenação | 31 |
| 12.4 | Problemática de classificação | 32 |
| 13. | Teste de Inconsistência..... | 34 |
| 14. | Análise de Sensibilidade..... | 35 |
| 14.1 | AS de escolha | 37 |
| 14.2 | AS de ordenação | 38 |
| 14.2.1 | Teste de Kendall na AS de ordenação | 41 |
| 14.3 | AS de Classificação..... | 43 |
| 15. | Planilhas de exportação das análises | 44 |
| 15.1 | Exportação de dados de entrada e resultados..... | 44 |
| 15.2 | Exportação do resumo das perguntas | 45 |
| 15.3 | Exportação da análise de sensibilidade | 46 |
| | REFERÊNCIAS | 42 |

1. O Sistema

O sistema de apoio a decisão FITradeoff - Flexible and Interactive Tradeoff (código FU_T3MMM_WF1a) realiza a elicitación das constantes de escala para problemas de decisão multicritério de maneira flexível e interativa, no escopo do modelo aditivo determinístico, para as problemáticas de escolha (De Almeida et al., 2016; De Almeida et al., 2021), ordenação (Frej et al., 2019; De Almeida et al., 2021), classificação (Kang et al., 2020), portfólio com base na razão custo benefício (Frej et al., 2021) e portfólio combinatório (Marques et al., 2022).

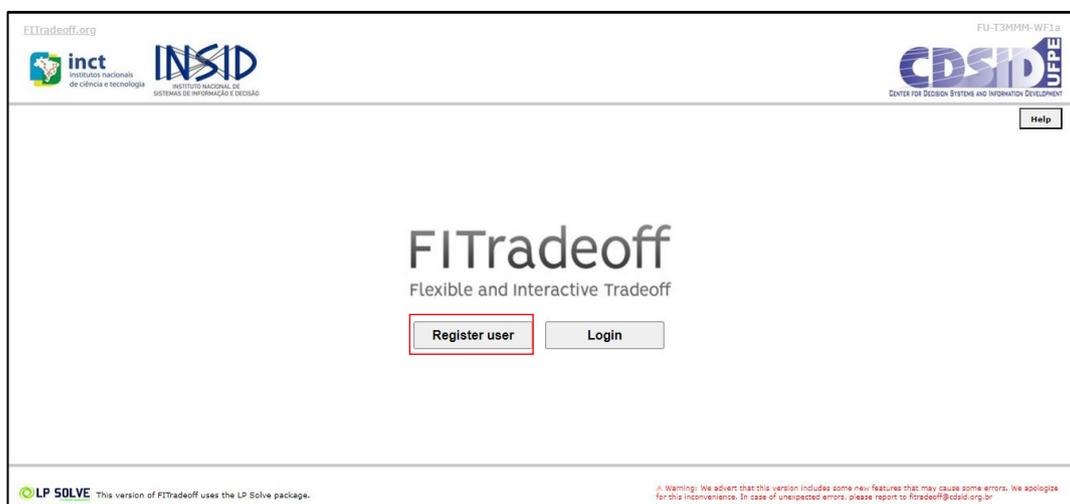
O sistema se encontra disponível online em <http://cdsid.org.br/fitradeoff/>. Este guia tem por objetivo orientar o usuário no uso do sistema, ilustrando através de telas as suas funcionalidades. O usuário também pode acessar em <https://fitradeoff.org/video-lecture/> vídeos demonstrando como ocorre cada etapa do sistema. Para mais informações a respeito do método FITradeoff para as diferentes problemáticas, bem como sobre modelagem matemática e diversas características do método, as referências originais listadas ao final deste documento devem ser consultadas.

Cabe ressaltar que este sistema é desenvolvido por alunos e pesquisadores do CDSID-UFPE, e encontra-se em processo de evolução, melhoria contínua e testes. Portanto, em caso do surgimento de erros inesperados, dúvidas, ou sugestões de melhorias, entrar em contato através do e-mail fitradeoff@cdsid.org.br.

2. Acesso

Para ter acesso ao sistema FITradeoff o usuário deve realizar um cadastro através do sistema de cadastro do CDSID (www.cdsid.org.br/registration) para acessá-lo basta optar pelo botão “*Register user*” presente na tela inicial do sistema (Figura 2.1).

Figura 2.1 - Tela inicial do sistema FITradeoff, caso novo usuário clicar “*Register user*”

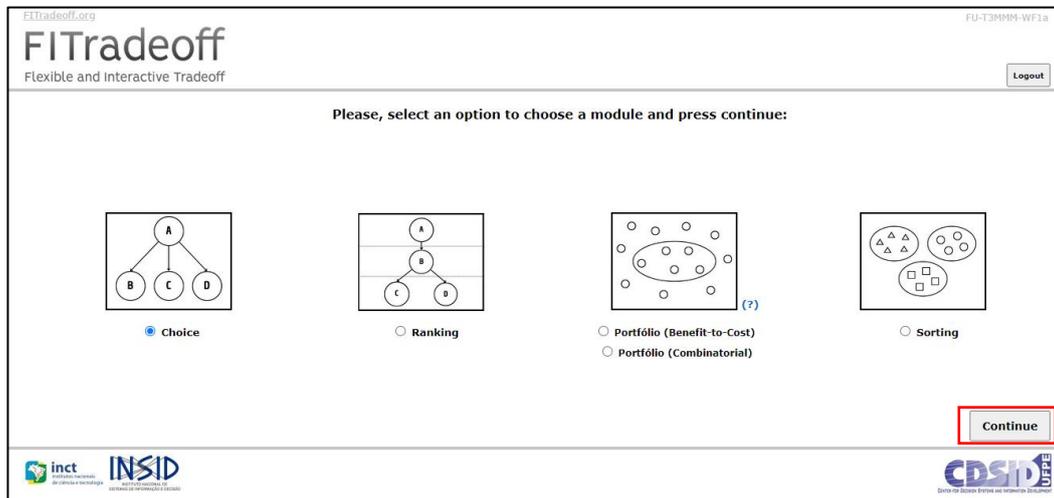


Em caso de erros inesperados ou dúvidas, contate-nos em fitradeoff@cdsid.org.br.

3. Introdução de Dados

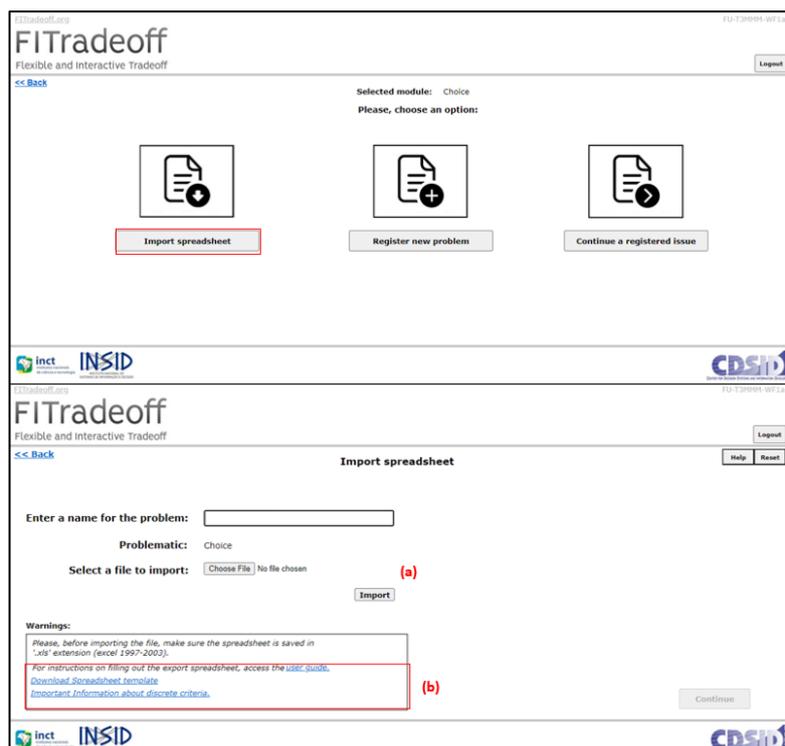
Ao realizar o login no sistema o usuário é direcionado a tela na qual deverá selecionar o tipo do problemática para seu respectivo problema (Figura 3.1), em seguida clicar na opção “Continue”.

Figura 3.1 – Tela para escolha do tipo de problemática



O novo sistema do FITradeoff permite a introdução dos dados via planilha Excel no formato *.xls* (compatibilidade 97-2003) (a). Para isso, o usuário deverá indicar o nome do problema e clicar na opção “*Import spreadsheet*” logo após ter acessado o sistema (Figura 3.2). Na tela de *Input* é possível baixar a planilha modelo para introdução do problema e visualizar informações práticas relativas à utilização de critérios discretos (b).

Figura 3.2 – Processo de importação de planilha Excel



Em caso de erros inesperados ou dúvidas, contate-nos em fitradeoff@cdsid.org.br.

É possível ainda realizar a introdução dos dados de forma manual, o que é especialmente útil para as pessoas que não utilizam o Excel, para tanto, o usuário deve clicar na opção “*Register new problem*” (Figura 3.3).

Figura 3.3 – Processo de introdução de dados de forma manual

The figure consists of two screenshots of the FITradeoff web application interface. The top screenshot shows the main menu with three options: "Import spreadsheet", "Register new problem" (highlighted with a red box), and "Continue a registered issue". The bottom screenshot shows the "Register new problem" form with various input fields and buttons. Red boxes and letters (a, b, c, d) highlight specific fields: (a) Problem name, (b) Scale type dropdown, (c) Number of levels input, and (d) Add buttons for alternatives and criteria.

Para que o sistema de apoio do FITradeoff opere corretamente, todos os campos da página mostrada na (Figura 3.3) devem ser preenchidos. Inicialmente, o decisor deve inserir o nome do problema e adicionar um a um os nomes das alternativas, para que as mesmas sejam contabilizadas **(a)**.

Na sequência, declarar um a um os nomes dos critérios, contabilizando-os da mesma forma que nas alternativas, tipo de escala (contínuo/discreto) e a direção do critério (maximização/minimização). Para critérios contínuos é disponibilizado a opção de declarar critério como inteiro, quando aplicável **(b)**, quando o critério for discreto, deve-se definir o número de níveis **(c)**, e, por fim, o botão "Add" deve ser selecionado para todos os casos **(d)**.

Figura 3.4 – Salvando o problema após finalizada a introdução manual de dados

[FITradeoff.org](#)
FITradeoff
 Flexible and interactive Tradeoff
 FU-T3MMM-WF1a

[<<Back](#)
[Important Information about discrete criteria.](#)
 Please enter the consequence values for each attribute:

| | C1 | C2 | C3 | C4 |
|------|------|----|----|----|
| Alt1 | 13 | 3 | 20 | 3 |
| Alt2 | 12,2 | 2 | 10 | 4 |
| Alt3 | 16,6 | 5 | 40 | 6 |
| Alt4 | 11 | 4 | 50 | 2 |

Criteria information:

| Name | Scale | Number of levels | Value Function | Direction | Par. a: |
|------|------------|------------------|----------------|--------------|---------|
| C1 | Continuous | --- | --- | Maximization | --- |
| C2 | Discrete | 5 | Linear | Minimization | --- |
| C3 | Continuous | --- | --- | Maximization | --- |
| C4 | Discrete | 5 | Linear | Minimization | --- |

Alternatives information:

| Alt | A1 |
|-------|----|
| Alt 1 | A1 |
| Alt 2 | A2 |
| Alt 3 | A3 |
| Alt 4 | A4 |

(e) Save problem (f) Save & Continue

Inct INSID CDSID UFPE

Ao clicar em “*Save problem*” (e), o sistema armazenará todas as informações introduzidas até o momento e as mesmas estarão disponíveis caso haja a necessidade de retomar posteriormente o cadastro do problema. Outra opção é o botão “*Save & continue*” que permite seguir para os próximos passos na resolução do problema imediatamente, neste caso todos os dados já deverão ter sido informados (f).

Informações importantes:

- Todas as características referentes ao critério que estiver sendo inserido, em um dado instante, devem ser declaradas;
- Nas telas no canto superior esquerdo tem-se um *link* “*Back*” responsável por voltar uma tela anterior;
- Através dos *links* “*Discrete criteria*” e “*Important information about discrete criteria*” será possível visualizar informações práticas relativas à utilização de critérios discretos.

3.1 Introdução de dados: critérios de escala construída (discretos)

A avaliação dos critérios discretos considera uma escala global. Em outras palavras, se o usuário informa ao sistema que a escala construída se constitui de ‘*n*’ níveis, todos estes serão considerados na avaliação intracritério ainda que não haja consequências pertencentes a todos os níveis na matriz.

Considere um critério constituído de sete níveis discretos e de maximização, ao realizar a avaliação intracritério o sistema irá considerar que a melhor e a pior consequência são respectivamente sete e um, mesmo que na matriz de consequências o maior e menor valor sejam diferentes destes. Além disso, deve-se estar atento às escalas pré-definidas aceitas

pelo SAD. A tabela abaixo apresenta as possíveis consequências para os critérios construídos de acordo ao número de níveis informado.

Tabela 3.1 – Relação entre número de níveis e possíveis consequências

| Número de níveis | Níveis de Escala (Discretização) |
|------------------|----------------------------------|
| 2 | 0,1 (Critério Binário) |
| 3 | 1,2,3 |
| 4 | 1,2,3,4 |
| 5 | 1,2,3,4,5 |
| 6 | 1,2,3,4,5,6 |
| 7 | 1,2,3,4,5,6,7 |

Informações importantes:

- Se o critério não puder ser avaliado de acordo as escalas acima apresentadas, é possível fazer uma aproximação considerando-os como contínuos inteiros;
- Para os critérios discretos de 2 níveis, uma consequência com valor 0 não indica necessariamente a ausência de propriedade, mas apenas que a alternativa foi menos bem avaliada.

4. Planilhas Modelo

Para introduzir os dados via planilha Excel, o decisor deve seguir algumas recomendações, que podem mudar de acordo com o tipo de problemática. Atualmente, estão disponíveis dois modelos de planilha que podem ser utilizados pelo decisor para introdução dos dados ao sistema FITradeoff. Uma planilha se refere à introdução das problemáticas de escolha, ordenação e classificação e a outra se refere unicamente à introdução da problemática de portfólio, que requer informações adicionais.

4.1 Planilha para problemáticas de escolha, ordenação e classificação

Para inserir os dados de entrada no sistema, a planilha Excel utilizada deve ter a formatação padrão FITradeoff, representada nas Figuras 4.1 e 4.2. Devendo ser preenchida com o nome dos critérios (linha 1), tipos de critério (linha 2), o número de níveis de escala, para critérios discretos (linha 7), as alternativas (linha 9) e os valores da matriz de consequências (célula 9B).

Informação importante: Cada informação destacada acima deve ser preenchida na respectiva linha indicada, ou seja, as linhas de 3 à 6 permanecem em branco.

Figura 4.1 - Formatação para planilha Excel no padrão FITradeoff

| | A | B | C | D | E | F |
|----|--|--|--------|--------|-----|--------|
| 1 | Criteria: | Crit 1 | Crit 2 | Crit 3 | ... | Crit n |
| 2 | Criterion type (FITradeoff) | | | | | |
| 3 | | | | | | |
| 4 | | Não preencher e não pagar as linhas de 3 a 6 | | | | |
| 5 | | | | | | |
| 6 | | | | | | |
| 7 | FITradeoff: Number of levels of discrete criteria | | | | | |
| 8 | Alternatives: | Consequence Matrix: | | | | |
| 9 | Alt. 1 | | | | | |
| 10 | Alt. 2 | | | | | |
| 11 | Alt. 3 | | | | | |
| 12 | ... | | | | | |
| 13 | Alt. 4 | | | | | |

Preenchendo a planilha:

- **Crítérios:** A linha 1 deve ser preenchida, a partir da coluna B, com o nome dos critérios do problema. O número de colunas mudará de acordo com o número de critérios considerados no problema;
- **Tipos de critério:** Existem seis tipos que podem ser: Contínuo minimização; Contínuo maximização; Discreto minimização; Discreto maximização; Inteiro minimização; Inteiro maximização;

Tabela 4.1 – Tipos de critérios e descrição

| Tipo de critério | Descrição |
|-----------------------------|--|
| 0 – Contínuo de minimização | Critério com qualquer valor dentro da faixa limitada pelos desempenhos mínimos e máximos assumidos. Quanto menor o valor no critério, mais preferido. |
| 1 – Contínuo de maximização | Critério com qualquer valor dentro da faixa limitada pelos desempenhos mínimos e máximos assumidos. Quanto maior o valor no critério, mais preferido. |
| 2 – Discreto de minimização | Critérios discretos admitem apenas valores em uma escala de pontos estabelecidos (Seção 3.1). Quanto menor o valor no critério, mais preferido. |
| 3 – Discreto de maximização | Critérios discretos admitem apenas valores em uma escala de pontos estabelecidos (Seção 3.1). Quanto maior o valor no critério, mais preferido. |
| 4 – Inteiro de minimização | Critérios com qualquer valor inteiro dentro da faixa limitada pelos desempenhos mínimos e máximos assumidos (Ex: Número de pessoas). Quanto menor o valor no critério, mais preferido. |
| 5 – Inteiro de maximização | Critérios com qualquer valor inteiro dentro da faixa limitada pelos desempenhos mínimos e máximos assumidos (Ex: Número de pessoas). Quanto maior o valor no critério, mais preferido. |

Em caso de erros inesperados ou dúvidas, contate-nos em fitradeoff@cdsid.org.br.

- **Níveis da escala:** Ver informações apresentadas na Seção 3.1;
- **Alternativas:** A partir da linha 9, a coluna A da planilha Excel representa o nome das alternativas do problema. O número de linhas mudará de acordo com o número de alternativas consideradas no problema;
- **Valores da Matriz de Consequências:** Cada célula na matriz de consequências representa o desempenho de uma alternativa em um critério. Por exemplo, na célula B10 deve ser inserido o valor que representa o desempenho da Alternativa 2 no Critério C1 (Figura 4.1).

4.2 Planilha para problemática de portfólio

Para problemática de portfólio, a planilha Excel vai conter informações adicionais, conforme apresentado Figura 4.2 abaixo.

Figura 4.2 – Formatação para planilha Excel no padrão FITradeoff (Portfólio)

| | A | B | C | D | E | F | G | |
|----|--|--|--------|--------|-----|--------|-------------|--|
| 1 | Criteria: | Crit 1 | Crit 2 | Crit 3 | ... | Crit n | BUDGET | |
| 2 | Criterion type (FITradeoff) | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | |
| 4 | | Não preencher e não pagar as linhas de 3 a 6 | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | |
| 7 | FITradeoff: Number of levels of discrete criteria | | | | | | | |
| 8 | Alternatives: | Consequence Matrix: | | | | | COST | |
| 9 | Alt. 1 | | | | | | | |
| 10 | Alt. 2 | | | | | | | |
| 11 | Alt. 3 | | | | | | | |
| 12 | ... | | | | | | | |
| 13 | Alt. 4 | | | | | | | |

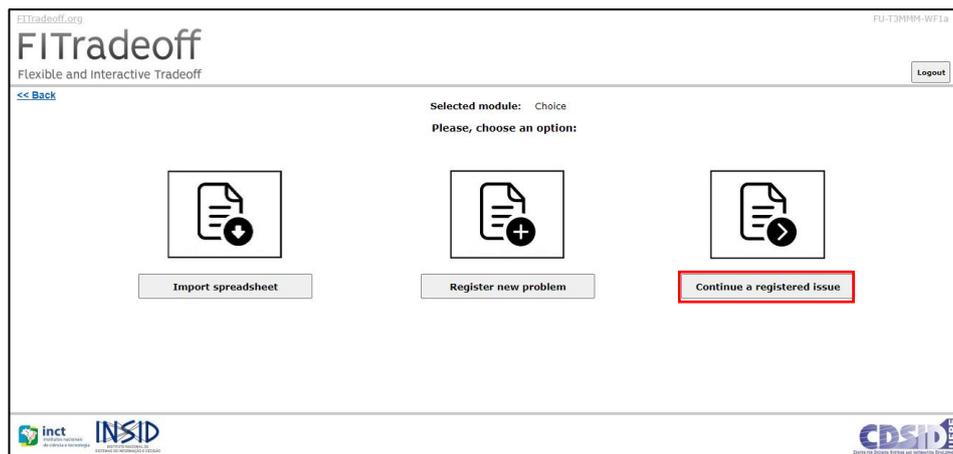
- **Orçamento:** A quantia máxima em dinheiro definida pelo decisor que está disponível para ser gasta com os projetos. Esse dado deve ser incluído na linha 2 abaixo da célula “Budget”;
- **Custo:** O custo associado a implementação de cada um dos projetos. Deve ser inserido a partir da linha 9 abaixo de “Cost”.

5. Retomada de Problemas

Ao optar por “Continue a registered issue” na tela mostrada pela Figura 5.1, é possível retomar problemas cadastrados, mesmo aqueles que soluções finais tenham sido encontradas. Essa opção é útil em quaisquer situações que levaram a interrupção do processo de resolução do problema ou em casos onde o decisor deseje refazê-lo.

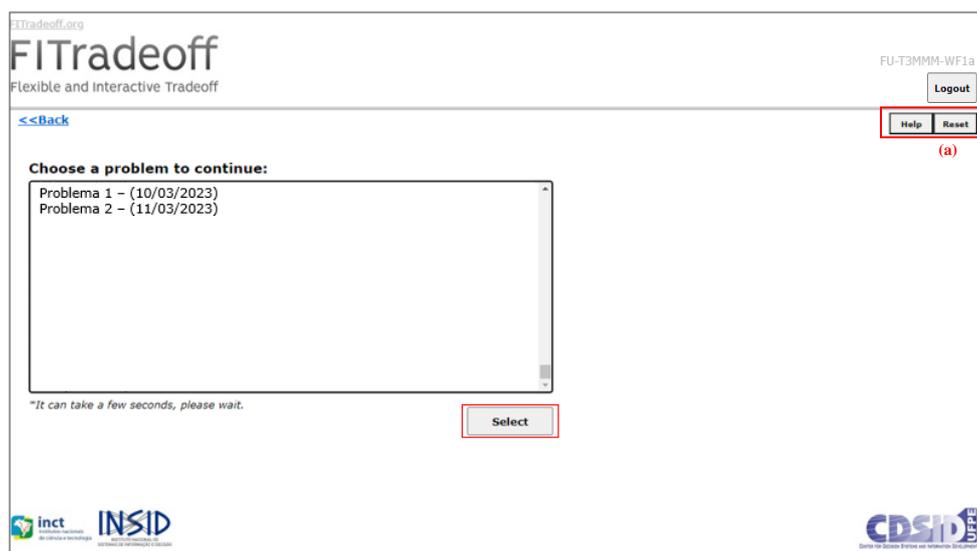
Em caso de erros inesperados ou dúvidas, contate-nos em fitradeoff@cdsid.org.br.

Figura 5.1 – Acesso a um problema já registrado



Ao selecionar essa opção, o usuário será direcionado para outra tela (Figura 5.2) em que será apresentada uma lista contendo todos os problemas cadastrados pelo usuário, dessa forma seleciona-se o problema e o sistema o redireciona para o ponto em que a execução se encontrava no momento da interrupção.

Figura 5.2 – Tela de visualização dos problemas cadastrados.



Outra funcionalidade importante disponível durante todo o processo de resolução de um problema no sistema são os botões “*Help*” e “*Reset*”, sempre localizados no canto superior direito (a).

Figura 5.3 – Funcionalidades dos botões “*Help*” e “*Reset*”

Em caso de erros inesperados ou dúvidas, contate-nos em fitradeoff@cdsid.org.br.

Em caso de dúvidas sobre o sistema, o botão “*Help*” (b) permite ao usuário realizar o *download* deste guia e o botão “*About*” disponibiliza as referências do Método FITradeoff.

Caso o usuário deseje reiniciar a resolução do problema, cadastrar um novo problema ou sair do sistema poderá utilizar o botão “*Reset*” (c) disponível nas diversas telas do SAD.

Informação importante: Ao optar por “*New Problem*” o usuário é direcionado a tela da Figura 5.1, caso deseje também mudar o tipo de problemática, deve-se clicar no *link* “*Back*” do canto superior esquerdo e assim retornará à página da Figura 3.1.

6. Avaliação Intracritério

A etapa de avaliação intracritério possui grande importância no processo de modelagem de problemas multicritério, consistindo na obtenção da função valor marginal que reflete as preferências dos decisores em diferentes níveis de aspiração em uma escala mensurável para cada critério de um problema, associando um número real $v(x)$ (em uma escala de 0 à 1) a cada ponto x (consequência avaliada em um critério) em um espaço de avaliação.

6.1 Elicitação Intracritério

Dada uma escala local, intervalos de valores são comparados aos pares, questionando o decisor por qual deles há uma predileção maior. No entanto, ao invés de identificar pontos de indiferença entre os valores, deseja-se encontrar *ranges* admissíveis, por meio de declarações de preferência estrita, considerando informações parciais.

Um valor de referência x é atualizado a cada resposta dada, reduzindo o intervalo de valores entre os limites inferior e superior das escalas locais de cada critério. Até que um critério de parada estabelecido previamente seja atendido.

Desse modo, o primeiro e o último ponto da escala (0-1) serão determinados por meio do pior e o melhor valores das consequências relatadas no problema, chamados de x_0 e x_1 , respectivamente. Restando definir os pontos $x_{0,25}$, $x_{0,5}$ e $x_{0,75}$. A sistemática é repetida até que os pontos requeridos sejam determinados para cada critério analisado.

Exemplo ilustrativo:

Considerando um critério de maximização que apresenta o seguinte *range* de valores de consequências:

| | | | | | |
|--------------|------------|----|----|----|-----------|
| Crit1 | 100 | 20 | 40 | 80 | 10 |
|--------------|------------|----|----|----|-----------|

Dessa forma, analisando os valores presentes em termos de escala local, pode-se identificar que o menor valor de consequência é 10, representando o pior nível de satisfação e determinando o valor de referência x_0 . Enquanto a consequência que melhor representa as

aspirações do decisor, isto é, x_1 vale 100. Assim, a próxima etapa do processo consiste na identificação de valores de consequências que de fato representem os pontos $x_{0,5}$, $x_{0,25}$ e $x_{0,75}$, por meio de perguntas que utilizem relações de preferência estrita. Onde sabe-se que, necessariamente, estes valores estarão contidos entre os valores mínimos e máximo da escala deste critério [10, 100]. Ao final, em posse dos pontos de referência necessários, será possível extrair a forma da função valor do critério analisado.

Informação importante: A quantidade de pontos elicitados para extração da forma da função valor variam de acordo com o tipo de escala do critério.

6.2 Performando a elicitação intracritério no sistema do FITradeoff

Uma vez inseridos os dados, via Excel ou entrada manual, o decisor será direcionado para tela de elicitação intracritério (Figura 6.1). Uma vez na tela de elicitação, primeiramente o decisor verá um menu suspenso contendo todos os critérios do problema (a), no qual deverá selecionar um para iniciar o procedimento.

Informação importante: Caso o decisor deseje declarar todos os critérios do problema como linear a opção “*Declare linear function for all criteria*” deverá ser selecionada.

Figura 6.1 – Tela inicial para a elicitação intracritério

Com isso, é possível declarar diretamente que o critério selecionado é linear clicando em “*Declare as a linear function*” (b) (Figura 6.2), encerrando a elicitação deste, ou, considerando o espaço de consequências do critério, elicitar os três valores ($x_{0,5}$, $x_{0,25}$, $x_{0,75}$), quando necessário, para obtenção da forma da função valor deste.

Figura 6.2 – Procedimento de elicitação intracritério – Critério contínuo (*Intra-criteria Evaluation*)

The screenshot shows the FITradeoff web application interface for "Intra-Criteria Evaluation". The user has selected "Quality Organizat" as the criterion. The question asks: "What brings you greater increase in value: Increase from 0 to 50 or from 50 to 100?". A horizontal scale from 0 to 100 is shown with a yellow arrow pointing to 50 and a blue arrow pointing to 100. Below the scale, there are three radio button options: I_{Lo} : From 0 to 50, I_{Up} : From 50 to 100, and Ind: Indifferent. A red box labeled (c) highlights these options. Below the scale, there is a link "Or Declare as a linear function" with a question mark icon, labeled (b). A legend below explains the symbols: I_{Lo} (yellow) for Lower interval, I_{Up} (blue) for Upper interval, and Ind (black) for Indifference between intervals. Logos for INCT, INSID, and CDSID/UFPE are visible at the bottom.

Após fornecer a primeira resposta (c), os intervalos de valores são atualizados. Ressaltando que o decisor pode optar pela indiferença entre os intervalos, evidenciando a premissa básica do sistema de realizar um processo flexível. O processo é repetido até que o critério de parada seja atendido e o ponto elicitado seja definido.

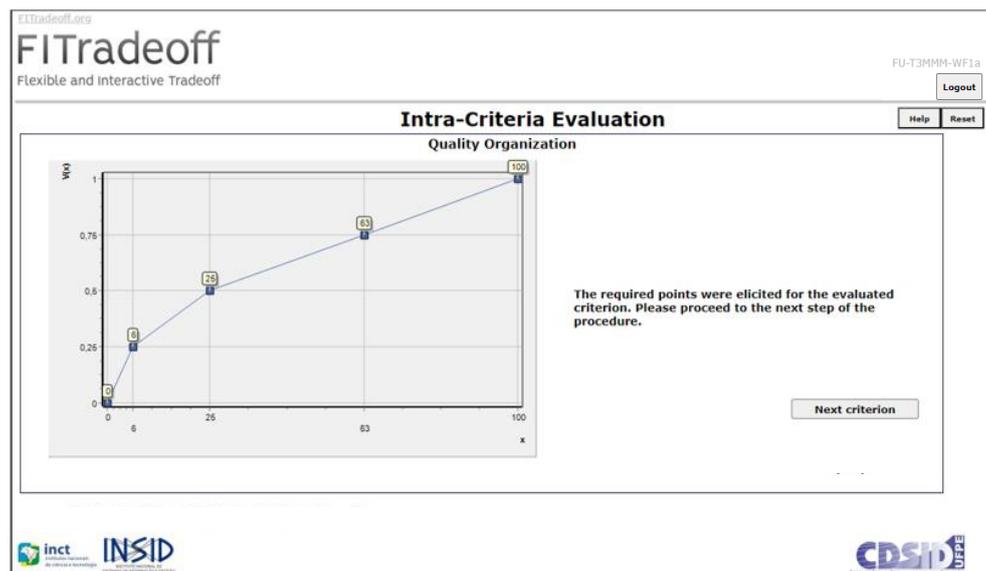
Figura 6.3 – Procedimento de elicitação intracritério – Critério discreto (*Intra-criteria Evaluation*)

The screenshot shows the FITradeoff web application interface for "Intra-Criteria Evaluation". The user has selected "Service" as the criterion. The question asks: "What brings you greater increase in value: Increase from 1 to 3 or from 3 to 5?". A horizontal scale from 1 to 5 is shown with a yellow arrow pointing to 3 and a blue arrow pointing to 5. Below the scale, there are three radio button options: I_{Lo} : From 1 to 3, I_{Up} : From 3 to 5, and Ind: Indifferent. A red box labeled (d) highlights these options. Below the scale, there is a link "Or Declare as a linear function" with a question mark icon. A legend below explains the symbols: I_{Lo} (yellow) for Lower interval, I_{Up} (blue) for Upper interval, and Ind (black) for Indifference between intervals. Logos for INCT, INSID, and CDSID/UFPE are visible at the bottom.

Já para os critérios discretos, o critério de parada corresponde a verificar se ainda existem níveis entre os limites analisados. Considerando o exemplo mostrado na Figura 6.3, caso o decisor opte pelo intervalo "From 3.00 to 5.00" o sistema verifica o critério de parada e conclui que não foi atendido, pois existe o nível 4 entre os limites analisados que ainda não foi avaliado requerendo a formulação de uma nova questão (d).

Informação importante: A avaliação intracritério para os critérios discretos é realizada para critérios com 3, 4 e 5 níveis, para os demais assume-se a linearidade da função.

Figura 6.4 – Resultado do processo de elicitación dos pontos na avaliação intracritério



No instante em que o critério de parada é atingido ou o decisor opte pela indiferença dos intervalos, o ponto é definido. O processo ocorre do mesmo modo para a obtenção dos valores de referência dos demais pontos, quando necessário, até que o gráfico com a forma da função valor marginal final seja exibido ao decisor, como representado na Figura 6.4 acima. Finalizada a elicitación de cada valor de referência para o critério, o sistema permitirá iniciar a elicitación do seguinte. E caso todos os critérios desejados tenham sido elicitados, possuindo uma função valor marginal final, será possível seguir para a etapa de avaliação intercritério.

Uma vez definidas as funções valor dos critérios, o decisor poderá seguir para a primeira tela da etapa de avaliação intercritério. Caso o usuário deseje reiniciar a fase de elicitación intracritério, basta clicar sobre **Reset** >> **Restart problem** localizado no lado superior direito da tela de elicitación.

7. Página de Input

Após a avaliação intracritério, será exibida ao usuário a página “*Input*”, onde são exibidas todas as informações imputadas pelo decisor (Figura 7.1). Nesta página é de extrema importância atentar-se ao “*Equivalence threshold*” (a) (Problemática de escolha e ordenação). Esse valor refere-se a máxima diferença que o valor global referente a um par de alternativas pode assumir para que tais alternativas sejam consideradas indiferentes entre si. Caso o usuário indique o valor zero, então, um par de alternativas será dito indiferente, somente se tais alternativas possuírem o mesmo valor global para todo o espaço de pesos viável.

Nesta versão, foi incorporado o mecanismo de veto disponível em “*Use veto model*” (b) (Problemática de escolha e ordenação). Essa opção deve ser selecionada em casos que o usuário apresente a condição de preferência de veto em relação ao desempenho de um ou

Em caso de erros inesperados ou dúvidas, contate-nos em fitradeoff@cdsid.org.br.

mais critérios, como demonstrado na subseção 7.1.

Nesta mesma página o decisor após verificar as informações imputadas deverá utilizar o botão “*Continue*” (c) para realizar a ordenação das constantes de escala.

Figura 7.1 – Visualização da página de *Input*

Input Data:

| Criteria: | Quality Organization | Service | Capability | Financial Condition | Geographical Condition |
|--|----------------------|---------|------------|---------------------|------------------------|
| 0-Cont Min; 1-Cont Max; 2-Disc Min; 3- Disc Max; 4- Int Min; 5- Int Max: | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Number of levels of discrete criteria | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Consequence Matrix: | | | | | |
| Subc 1 | 59.6 | 64 | 55 | 80 | 100 |
| Subc 2 | 60.3 | 10 | 70 | 100 | 100 |
| Subc 3 | 51.3 | 44 | 55 | 80 | 100 |
| Subc 4 | 57.6 | 53.5 | 45 | 60 | 100 |
| Subc 5 | 59.6 | 22.5 | 80 | 100 | 100 |
| Subc 6 | 49.6 | 41 | 70 | 80 | 100 |

Use veto model (b)

Equivalence threshold:
Maximum difference for the global values of two alternatives, below of which they can be considered indifferent: 0.01 (a)

(c) Continue

7.1 Mecanismo de Veto

A condição de preferência de veto deverá ser aplicada em situações que, o usuário esteja disposto a rejeitar ou penalizar uma alternativa que apresente um desempenho abaixo de um nível de aceitação estabelecido em determinado critério. Essa condição é incorporada no sistema por meio de limites de veto: superior e inferior.

Dessa forma, ao optar por “*Use veto model*” (b) o sistema apresenta a tabela (d) (Figura 7.2) em que, o usuário deve selecionar o critério que deseja atribuir os limites superior e inferior de veto clicando no nome do critério destacado em azul, vale destacar que o usuário pode optar por algum dos limites de forma separada. Os valores dos limites devem estar contidos na escala do critério escolhido para atribuir o veto.

Para critérios de maximização, o limite superior representa o valor mínimo de desempenho para a alternativa em relação ao critério que o usuário está disposto a aceitar. O limite inferior é o valor máximo de desempenho que fará o usuário rejeitar a alternativa em relação ao critério. Em casos de hesitação, ou seja, o desempenho da alternativa está entre os limites superior e inferior, a alternativa sofrerá uma penalização em seu valor global.

Já para critérios de minimização o raciocínio é inverso, ou seja, o limite superior representa o valor máximo de desempenho que fará o usuário rejeitar a alternativa em relação

ao critério. O limite inferior é o valor mínimo de desempenho para a alternativa em relação ao critério que o usuário está disposto a aceitar. Em casos de hesitação, ou seja, o desempenho da alternativa está entre os limites superior e inferior, a alternativa sofrerá uma penalização em seu valor global.

Vale ressaltar que, o usuário é quem decide atribuir ou não veto aos critérios do problema, caso decida, não é necessário selecionar todos os critérios, a nova versão permite que o decisor selecione apenas o grupo de critérios que deseja atribuir a preferência de veto, neste caso, para os critérios não selecionados não serão incorporados os limites de veto.

Após inserir os limites o usuário deverá utilizar o botão “Continue” (c) para realizar a ordenação das constantes de escala.

Figura 7.2 – Visualização da página de *Input* com os limites de veto

The screenshot shows the FITradeoff web application interface. The main section is titled 'Input Data' and contains a table with the following data:

| Criteria: | Quality Organization | Service | Capability | Financial Condition | Geographical Condition |
|--|----------------------|---------|------------|---------------------|------------------------|
| 0-Cont Min; 1-Cont Max; 2-Disc Min; 3- Disc Max; 4- Int Min; 5- Int Max: | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Number of levels of discrete criteria | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Consequence Matrix: | | | | | |
| Subc 1 | 59.6 | 64 | 55 | 80 | 100 |
| Subc 2 | 60.3 | 10 | 70 | 100 | 100 |
| Subc 3 | 51.3 | 44 | 55 | 80 | 100 |
| Subc 4 | 57.6 | 53.5 | 45 | 60 | 100 |
| Subc 5 | 59.6 | 22.5 | 80 | 100 | 100 |

Below the table is the 'Veto limits' section, which is highlighted with a red box. It contains a table with the following data:

| Veto limits | Quality Organization | Service | Capability | Financial Condition | Geographical Condition |
|--------------|----------------------|---------|------------|---------------------|------------------------|
| Upper limits | | | | | |
| Lower limits | | | | | |

Below the table is a checkbox labeled 'Use veto model' which is checked. To the right of the checkbox is a red circle labeled 'c' next to a 'Continue' button. Below the checkbox is an 'Equivalence threshold' field with the value '0.01'. The interface also includes a 'Logout' button in the top right corner and a 'Help' button next to the 'Reset' button.

Exemplo ilustrativo:

Considerando o problema ilustrado na (Figura 7.2), ao analisar os critérios do problema o usuário optou por atribuir preferência de veto ao critério “Quality Organization”. Sendo este um critério de maximização que apresenta o seguinte range de valores de consequências:

| | | | | | |
|-----------------------------|------------|----|----|----|-----------|
| Quality Organization | 100 | 20 | 40 | 80 | 10 |
|-----------------------------|------------|----|----|----|-----------|

Dessa forma, o usuário não está disposto a selecionar uma alternativa que apresente um desempenho menor que 60, considerando que o desempenho ideal seria igual ou acima de 80. Logo, o limite superior de veto será representado por 80, ou seja, alternativas com desempenho igual ou acima desse valor não sofrerá mudanças em seu valor, o limite inferior

Em caso de erros inesperados ou dúvidas, contate-nos em fitradeoff@cdsid.org.br.

de veto será representado por 60, ou seja, alternativas com desempenho igual ou inferior sofrerá mudanças em seu valor. Já as alternativas que apresentem desempenho na região de hesitação que são valores entre os limites superior e inferior receberam uma penalização.

Informação importante:

1. O usuário pode definir o limite superior e inferior para o critério, bem como atribuir os limites de forma separada, nestes casos não contará com a região de hesitação.

8. Ordenação dos Pesos

O SAD possibilita a realização da ordenação dos pesos tanto através de “*Pairwise comparison*” (Figura 8.1) como através de “*Overall evaluation*” (Figura 8.3) entre os critérios.

Informação importante: A partir desse momento o nome das alternativas e critérios são reduzidos. Para as alternativas considera-se as 8 primeiras letras do nome e para os critérios considera-se as 5 primeiras letras do nome, essa redução ocorre para facilitar a visualização de ambos. O sistema também utiliza outras lógicas caso ao utilizar essa ainda exista alternativas ou critérios com siglas iguais.

Seguindo o modo padrão do sistema, a ordenação dos critérios inicia-se pela “*Pairwise comparison*” como mostrado na Figura 8.1 abaixo. São apresentadas, em gráficos, uma situação hipotética de comparação, devendo o decisor selecionar se prefere o valor máximo da Consequência A, da Consequência B, ou se sente indiferente entre as consequências (a). O SAD utiliza uma Heurística para redução do número de perguntas realizadas. Onde, à medida que cada resposta é armazenada, os critérios são exibidos de forma ordenada (b).

Figura 8.1 – Processo de ordenação de pesos por “*Pairwise comparison*”

Informações importantes:

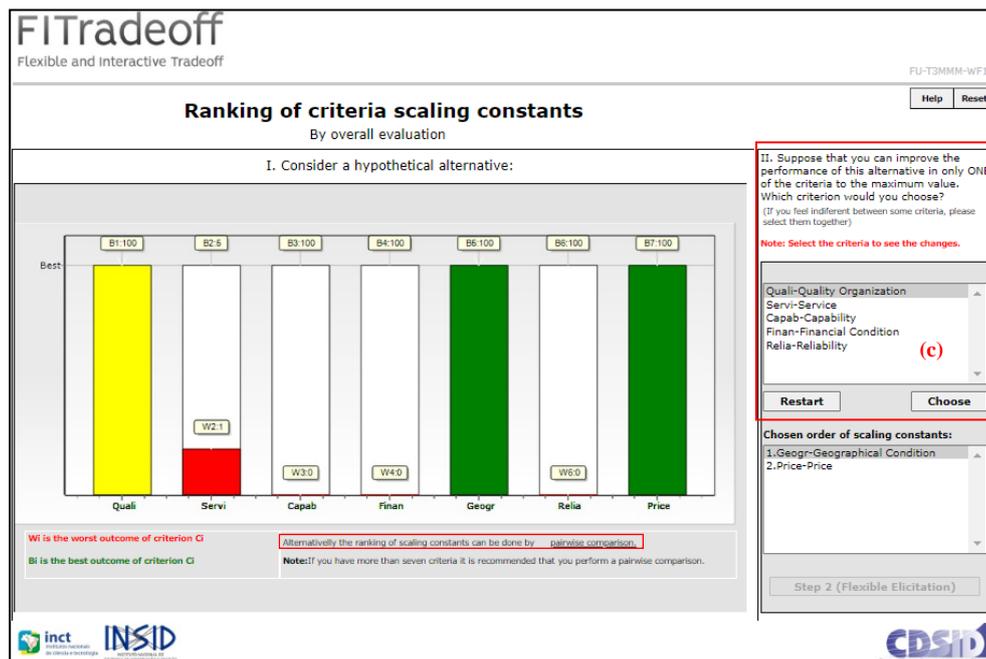
- Se o decisor declarar a indiferença entre as consequências é exibido uma tela (Figura 8.2) solicitando a escolha do critério representante, ou seja, o critério que será utilizado nas perguntas da elicitação por decomposição. Ao fornecer essa informação os critérios passam a assumir a mesma ordem;
- Em casos de indiferença entre dois critérios no qual um deles é binário, a tela da Figura 8.2 **não** é exibida e o critério representante é determinado pelo sistema, sendo este o que apresenta consequência não binária;
- Se ao fornecer uma informação o decisor apresentar alguma dúvida, o mesmo pode selecionar a opção “*Go back one step*” (a) e responder novamente.

Figura 8.2 – Tela exibida em casos de indiferença entre consequências



Outra opção disponível é a ordenação dos critérios por “*Overall evaluation*”, disponível no *link* da parte inferior da tela da Figura 8.1. Nela os critérios devem ser ordenados conforme a ordem de impacto que gerará no resultado final do problema como um todo, segundo as preferências do decisor. Inicialmente, o usuário deve clicar sob o primeiro critério que considera possuir o maior valor de constante de escala, supondo que este terá sua performance otimizada ao melhor valor possível (c). A barra de performance do critério selecionado ficará indicada na cor amarela e após clicar no botão “*Choose*”, esta passará a ser verde. Este processo deve ser repetido até que todos os critérios sejam ordenados.

Figura 8.3 – Processo de ordenação de pesos por “Overall evaluation”



Informação importante: A barra vermelha no gráfico representa a pior consequência avaliada em cada critério, ela é apresentada em escala de razão para que o decisor consiga visualizar mais claramente o *range* de valores das consequências durante a ordenação dos pesos.

Destaca-se ainda que nas problemáticas de escolha e ordenação, a partir dessa etapa, fica disponível para o usuário a opção de alterar o limite de equivalência em “*Equivalence threshold*”(d) ao longo da elicitación, como mostrado na Figura 8.4 a seguir.

Figura 8.4 – Botão de “*Equivalence threshold*”

9. Elicitación dos Perfis – Problemática de Classificação

A elicitación dos perfis é uma etapa presente em problemas de classificação. Estes perfis fazem parte da estrutura de preferências do decisor e podem ser definidos de forma direta, pelo fornecimento de seus valores, caracterizando suas respectivas classes. Esses valores chamados perfis são estabelecidos em uma escala de 0 à 1. Em síntese, uma alternativa é alocada em uma determinada classe se seu desempenho está entre os dois valores que definem essa classe. Por exemplo, se o decisor definir o problema como tendo duas classes e definir o perfil com valor de 0.5, a primeira classe seria formada pelas alternativas com valor global entre 0 e 0.5, já a segunda classe seria formada pelas alternativas com valor global entre 0.5 e 1.

Em caso de erros inesperados ou dúvidas, contate-nos em fitradeoff@cdsid.org.br.

Então, nessa etapa, o SAD (Figura 9.1) exige que o decisor defina a quantidade de classes que serão utilizadas para o seu problema **(a)**. Em seguida, deve-se definir os valores de referência (perfis) que serão utilizados **(b)**. Após isso, é possível visualizar graficamente esses perfis **(c)**, assim como duas alternativas fictícias: a solução ideal e a NADIR.

A solução ideal pode ser definida como uma alternativa hipotética cujo desempenho é o melhor possível em todos os critérios. Já a NADIR, pode ser definida como uma alternativa hipotética cujo desempenho é o pior possível em todos os critérios.

Inicialmente na visualização gráfica a escala utilizada é intervalar. Desse modo, o desempenho 0 é representado pela NADIR enquanto o desempenho 1 é representado pela solução ideal. Assim, todos os perfis definidos estão entre esses dois valores. No entanto, o decisor pode optar por trocar a escala para uma escala de razão **(d)**, de modo que o valor 0 significa ausência da propriedade considerada, e pode-se estabelecer proporções entre valores de consequência. Portanto, nessa escala, a NADIR não necessariamente terá valor global igual à 0, mas ainda assim, necessariamente todos os perfis devem ser maiores do que essa alternativa fictícia.

Figura 9.1 – Tela de elicitação de perfis para problemas de classificação

The screenshot shows the 'Elicitation of Profiles' window in the FITradeoff software. It includes the following elements:

- (a)** 'Elicitation of Profiles' title and instructions: 'Define the categories by selecting profiles. Number of categories to be created: 5'. There is an 'OK' button.
- (b)** Profile definition table:

| F1: | F2: | F3: | F4: |
|-----|-----|-----|-----|
| 0,2 | 0,4 | 0,6 | 0,8 |

 There are 'Clear' and 'Select' buttons below.
- (c)** 'Global value in an interval scale' graph: A vertical axis from 0 to 1. 'Ideal' is at 1.0 and 'NADIR' is at 0.0. A legend indicates 'Ideal' (red square), 'Ideal' (green square), and 'Profiles' (blue square). A table below the graph shows the defined classes:

| Class | Lower limit | Upper limit |
|--------|-------------|-------------|
| Cat. 1 | 0,0 | 0,2 |
| Cat. 2 | 0,2 | 0,4 |
| Cat. 3 | 0,4 | 0,6 |
| Cat. 4 | 0,6 | 0,8 |
| Cat. 5 | 0,8 | 1,00 |
- (d)** 'Switch to ratio scale' button.
- Right side: 'Ideal solution and NADIR' table:

| | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 | C7 |
|-------|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Ideal | 100 | 5 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| NADIR | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

 Below it is a 'Criteria' list: C1 - Quality Organizatic, C2 - Service, C3 - Capability, C4 - Financial Condition, C5 - Geographical Cond, C6 - Reliability, C7 - Price.

10. Elicitação por Decomposição

Nas problemáticas de escolha, ordenação e portfólio após a ordenação dos pesos, o usuário será direcionado para uma tela de resultados parciais (que será detalhada na seção 11 do Guia), onde o usuário poderá escolher continuar o processo de elicitação das preferências através da Elicitação por Decomposição ou da Avaliação Holística, tornando o processo de elicitação flexível. Para a problemática de classificação esta tela ficará disponível após a elicitação dos perfis.

Caso selecionada a Elicitação por Decomposição, inicia-se a elicitación através da comparação de dois elementos no espaço de consequências e que são apresentados ao decisor, como pode ser visto na Figura 10.1 abaixo.

Figura 10.1 – Tela da Elicitação por Decomposição

Which consequence do you prefer?
Answer the questions by choosing one option.

Consequence A

| | |
|-------|---------|
| Quali | (W1):0 |
| Servi | (W2):0 |
| Capab | (X3):88 |
| Finan | (W4):0 |
| Geogr | (W5):0 |
| Relia | (W6):0 |
| Price | (W7):0 |

Consequence B

| | |
|-------|----------|
| Quali | (W1):0 |
| Servi | (W2):0 |
| Capab | (W3):0 |
| Finan | (B4):100 |
| Geogr | (W6):0 |
| Relia | (W6):0 |
| Price | (W7):0 |

Options:

- Consequence A
- Consequence B
- Indifferent
- No Answer

OK

Questions Answered: 15
Potentially Optimal Alternatives: 2

Show Current Results

Which consequence do you prefer?
87.5 of Capab - Capability
100 of Finan - Financial Condition

Equivalence Test:
(Maximum difference between P.O.As)

| Between | Max. Difference |
|---------------|-----------------|
| Subc 1-Subc 9 | 0,0119 |
| Subc 9-Subc 1 | 0,0148 |

Note: W1 is the worst outcome of criterion C1
X1 is a outcome in between best and worst of criterion C1
B1 is the best outcome of criterion C1

Quando necessário, realiza-se a elicitación dos critérios adjacentes e níveis intermediários (com relação aos critérios discretos). Para os critérios adjacentes uma consequência intermediária é exibida em um critério (para o qual o “peso” associado aparece melhor posicionado no *ranking*) e a pior consequência para todos os demais. Na segunda coluna, apresenta-se a melhor consequência para um outro critério e o pior desempenho para os demais.

Pergunta-se então ao decisor qual consequência o mesmo prefere (a), onde o mesmo pode responder “*Consequence A*” para preferir a primeira consequência apresentada no gráfico à esquerda, “*Consequence B*” para preferir a segunda consequência. É possível ainda optar por uma indiferença, quando o decisor se encontra igualmente satisfeito por qualquer uma das consequências apresentadas. As preferências informadas serão utilizadas para a construção e resolução de um PPL – Problema de Programação Linear, possibilitando o estabelecimento de relações entre as alternativas com base nas informações parciais obtidas a cada pergunta.

A opção “*No Answer*” deverá ser selecionada quando por alguma razão o decisor não desejar responder à pergunta apresentada, neste caso, o SAD perguntará o motivo de tal resposta e não voltará a realizar perguntas para aquele par de critérios.

Em caso de erros inesperados ou dúvidas, contate-nos em fitradeoff@cdsid.org.br.

Informação importante: Estas são as opções para toda elicitação.

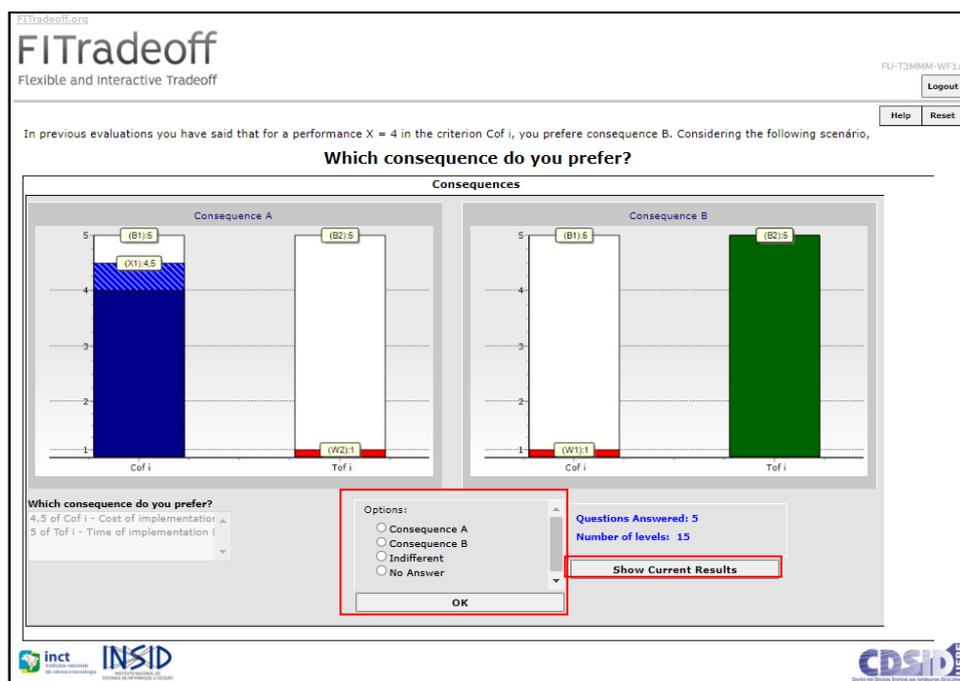
Quando, na problemática de escolha, restarem até três alternativas potencialmente ótimas, realiza-se um teste de equivalência entre as alternativas remanescentes **(b)**. O teste consiste em verificar se a máxima diferença entre cada alternativa do grupo é menor ou igual ao valor de distância equivalente informado anteriormente, caso a hipótese seja verificada, o SAD retorna as alternativas consideradas indiferentes, caso contrário, exibe-se os resultados do teste contendo a máxima diferença entre as alternativas avaliadas para par (o próprio decisor pode utilizar essa informação como critério de parada).

Na Figura 10.1 é disponibilizada a opção de visualização de resultados parciais **(c)**, que apresenta ao decisor os resultados obtidos até o momento através de visualizações tabular e gráficas. Ao analisar os resultados o decisor pode optar por continuar a elicitação por decomposição, mudar para avaliação holística, ou finalizar o processo de decisão.

A elicitação dos níveis intermediários ocorre se, durante a elicitação por decomposição, faça necessário mais informação para definir a predileção do decisor. Para isso a tela da Figura 10.2 é exibida e são comparados elementos no espaço de consequências, em que, a “*Consequence A*” corresponde a algum nível intermediário de um critério discreto e a “*Consequence B*” o melhor desempenho de um outro critério, no qual serão variados os níveis intermediários do critério discreto, ou seja, “*Consequence A*”.

Informação Importante: Apesar dos critérios discretos não apresentarem consequências contínuas, esta elicitação auxilia na obtenção de mais informação do decisor.

Figura 10.2 – Caso de elicitação por níveis intermediários



Em caso de erros inesperados ou dúvidas, contate-nos em fitradeoff@cdsid.org.br.

Então, pergunta-se então ao decisor se com a variação para o atual nível qual será sua preferência, no quadro de “*Options*” mostrado acima. O usuário ainda pode optar por visualizar os resultados obtidos até aquele momento em “*Show Current Results*”.

Como citado anteriormente, o SAD trabalha com elicitación flexível, e assim, também permite a utilização do processo de Avaliação Holística para a chegada de um resultado para o problema. Esse método está detalhado na seção 12 deste Guia.

11. Exibição de Resultados

O FITradeoff disponibiliza, ao longo da elicitación das preferências do decisor, a visualização dos resultados parciais. Nesta página são exibidas as visualizações tabulares e gráficas dos resultados obtidos com base nas informações que foram fornecidas até o momento.

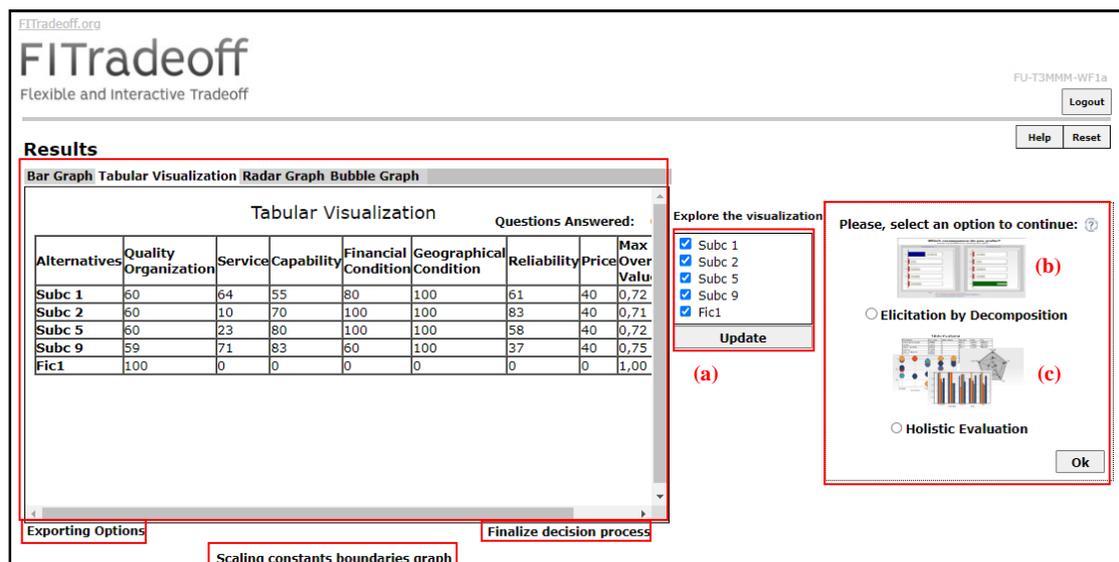
São oferecidos diferentes tipos de visualizações, gráfico de barras, bolha e radar. Tais visualizações ajudam o decisor a observar as diferenças de cada alternativa quando confrontadas em cada critério de maneira mais intuitiva, dando-lhe ainda mais ferramentas para uma decisão acertada.

Informação importante: A exibição dos resultados parciais variam com base na problemática do problema, visualização gráfica e tabular (escolha), Diagrama de Hasse e tabular (ordenação e portfólio), gráfico de Gantt e tabular (classificação). É possível ainda fazer a exportação dos dados a qualquer momento, em “*Exporting options*”.

11.1 Visualização para problemática de escolha

Os resultados parciais na problemática de escolha consistem na visualização do conjunto de alternativas potencialmente ótimas para o problema (mais detalhes em De Almeida et al. (2016)). A exibição dos resultados podem ocorrer de duas formas: gráfica e tabular, e está representada na Figura 11.1.1 abaixo.

Figura 11.1.1 – Tela de resultados parciais

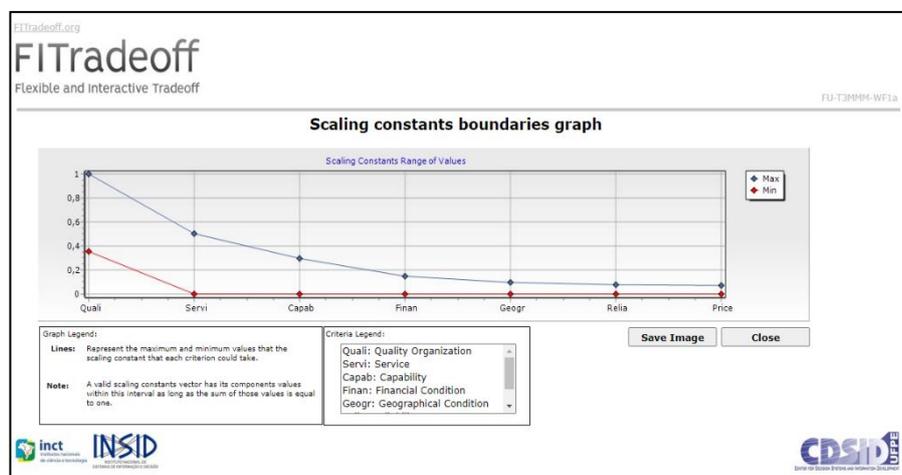


Informação importante: Na problemática de escolha o decisor pode selecionar as alternativas que deseja visualizar (a).

Ao visualizar os resultados o decisor pode finalizar o processo em “*Finalize decision process*” caso os resultados obtidos até aquele momento sejam satisfatórios. Se o decisor optar por continuar a elicitar, pode escolher entre retomar a elicitação por decomposição (b) ou mudar para avaliação holística (c).

O FITradeoff disponibiliza ainda um gráfico contendo o *range* de valores admissíveis para as constantes de escala de cada critério (Figura 11.1.2) – para todas as problemáticas, para acessá-lo basta clicar em “*Scaling constants boundaries graph*”. Esse gráfico é atualizado a cada pergunta respondida, o que permite acompanhar o comportamento do espaço de pesos ao longo do processo. Este pode ser exportado em formato de imagem.

Figura 11.1.2 – Gráfico das constantes de escala

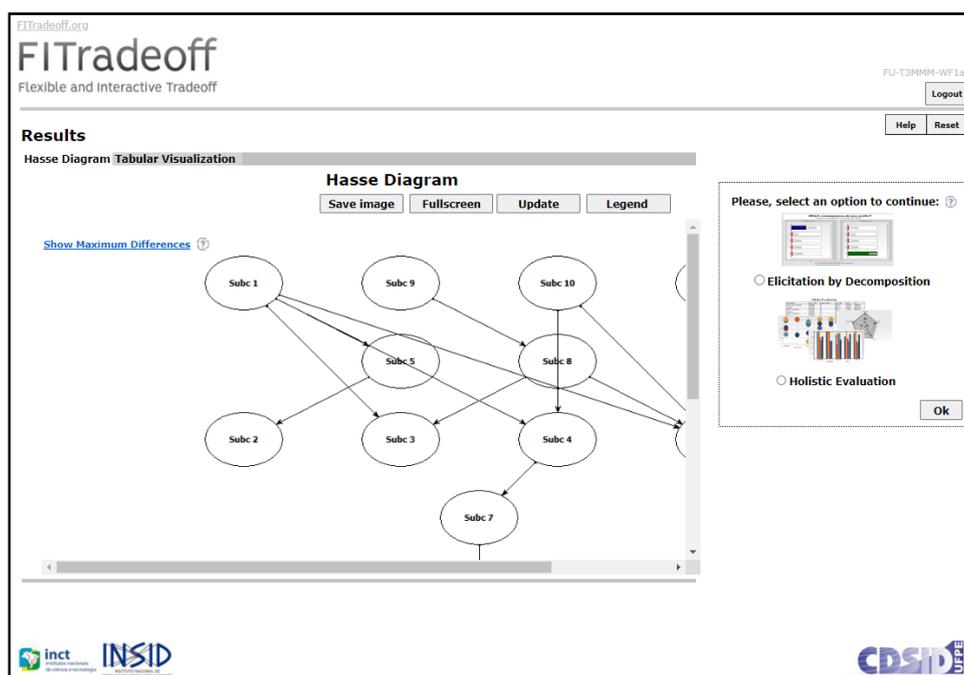


Em caso de erros inesperados ou dúvidas, contate-nos em fitradeoff@cdsid.org.br.

11.2 Visualização para problemática de ordenação

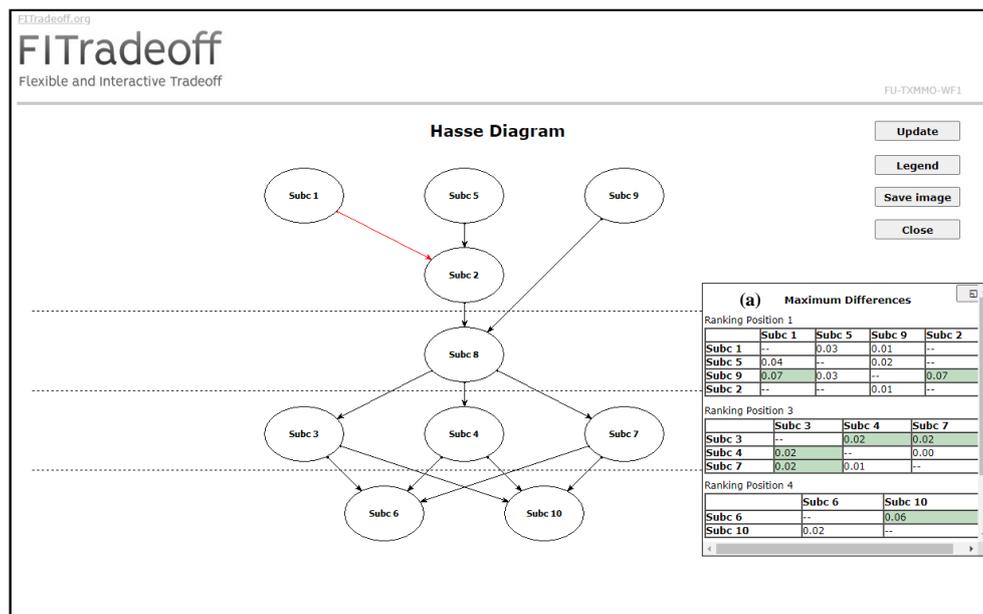
O resultado parcial na problemática de ordenação consiste no ranking parcial obtido até o momento, com base nas relações de dominância encontradas (mais detalhes em Frej et al., 2019). Nas problemáticas de ordenação e portfólio a exibição dos resultados podem ocorrer de duas formas: Diagrama de Hasse (DH) e tabular. Este diagrama apresenta as relações de dominância estabelecidas entre as alternativas e os diferentes níveis que ocupam no *ranking*.

Figura 11.2.1 – Resultados parciais para a problemáticas de ordenação



Sintetizando, o diagrama apresenta as posições em que as alternativas se encontram no *ranking*, destacando as relações de dominância par a par estabelecidas ao longo do processo por meio de arcos (“ligações”), como mostrado na Figura 11.2.2 a seguir. O diagrama ficará disponível três segundos após acessar a página de resultados mesmo que no estágio de resultados parciais.

Figura 11.2.2 – Visualização do Diagrama de Hasse (DH)



Em relação à representação das relações de dominância, nesta versão do SAD estas são retratadas por diferentes cores de arcos. Alternativas que permanecerem sem arcos, até o nível corrente de informação, podem ser entendidas como incomparáveis. A Tabela 11.1, abaixo, apresenta estas informações.

Tabela 11.1 – Relações de dominância no Diagrama de Hasse (DH)

| COR DO ARCO | RELAÇÃO |
|-------------|---|
| Preto | Domina/Dominada via Elicitação Flexível |
| Vermelho | Domina/Dominada via Avaliação holística |
| Cinza | Indiferença |

Por fim, vale ressaltar que para a problemática de ordenação, está disponível junto ao Diagrama de Hasse a tabela contendo as máximas diferenças entre as alternativas incomparáveis em cada posição do ranking (a). Esta tabela pode ser exibida clicando em “*Show Maximum Differences*”.

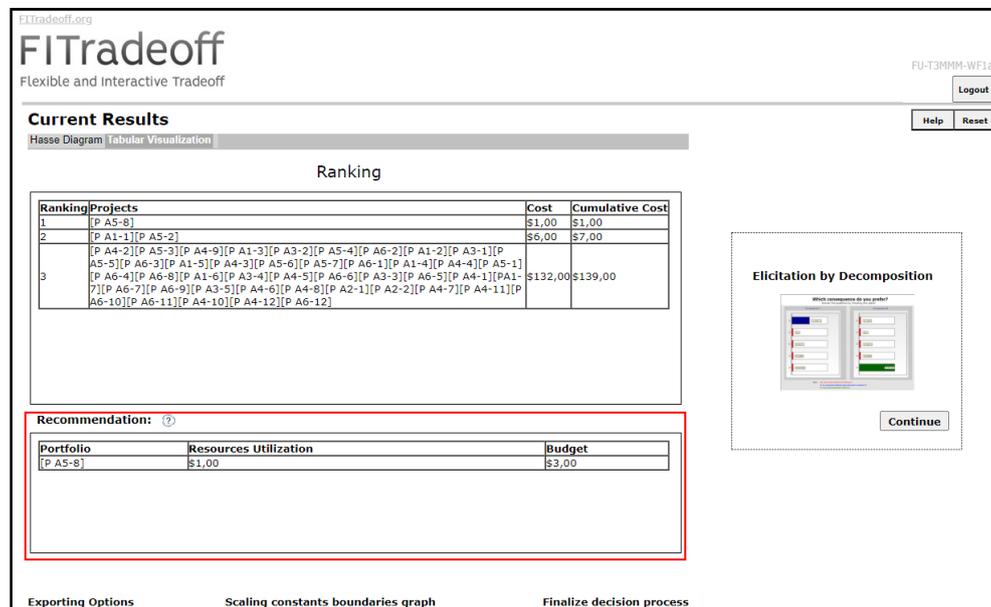
11.3 Visualização para problemática de portfólio

Na problemática de portfólio, projetos são ranqueados em ordem decrescente de sua razão custo benefício (mais detalhes na referência Frej et al., 2021). Para problemática de portfólio além do Diagrama de Hasse (DH), na visualização tabular é exibido o ranking com as posições dos projetos inseridos no portfólio (Figura 11.3.1), considerando o “*Budget*” informado, o “*Cost*” dos projetos por posição no ranking e o “*Cumulative Cost*”.

Informações importantes:

- O DH não exibe a tabela de máxima diferença entre os projetos do portfólio;
- Nesta versão, ainda não está disponível a avaliação holística para a problemática de portfólio.

Figura 11.3.1 – Resultados parciais para a problemática de portfólio



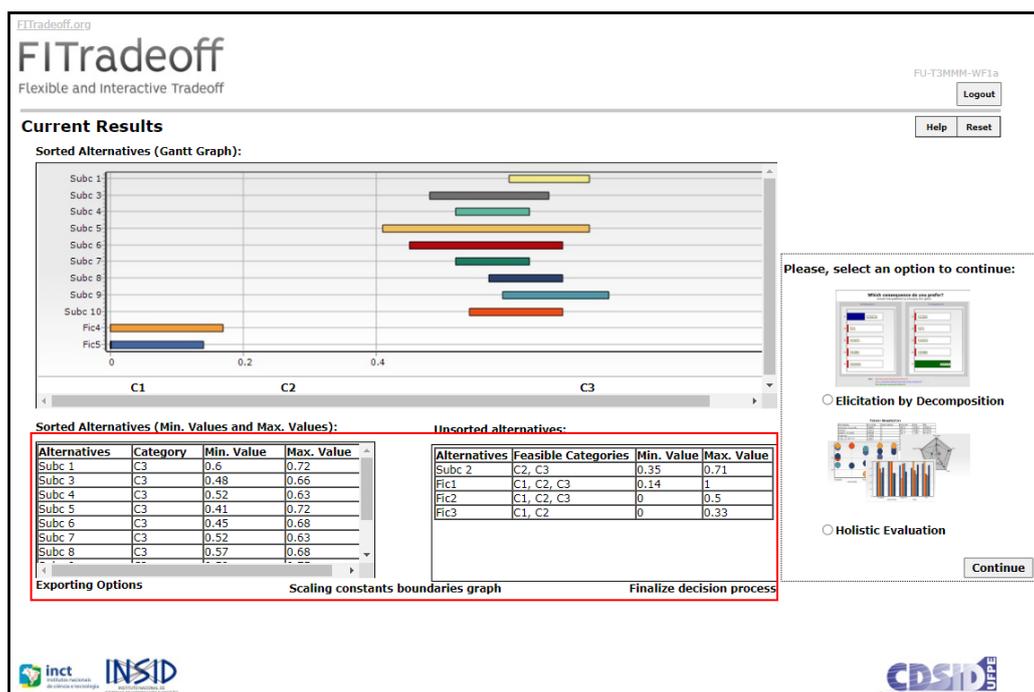
Como pode-se observar na tela, é dada uma recomendação de portfólio com base no ranking obtido e nas relações de dominância entre projetos. Cabe ressaltar que outros portfólios podem ser escolhidos, a depender da análise do decisor a respeito do ranking atual e relações de dominância.

11.4 Visualização na problemática de Classificação

Na problemática de classificação, as alternativas são classificadas de acordo com seus valores globais máximos e mínimos (mais detalhes na referência Kang et al., 2020). Para o problema de classificação, a visualização disponibilizada é o Gráfico de Gantt (Figura 11.4.1).

O Gráfico de Gantt permite ao decisor observar as alternativas que já foram classificadas, bem como seus valores mínimos e máximos, os perfis que definem as classes e as respectivas classes. Além disso, a visualização tabular abaixo do gráfico permite ao decisor ver os valores numéricos referentes a cada alternativa, bem como suas possíveis classes (ou a sua classe definida, caso já tenha sido classificado).

Figura 11.4.1 – Resultados parciais para a problemática de classificação



12. Avaliação Holística

A avaliação holística (AH) é sem dúvidas o maior diferencial dessa versão do SAD, uma vez que une conceitos distintos para o suporte à decisão. Mais detalhes sobre avaliação holística no FITradeoff podem ser obtidos na referência De Almeida et al. (2021). O novo SAD do FITradeoff possibilita ao decisor a introdução de informações tanto através da avaliação por decomposição, como por avaliações holísticas.

12.1 O que isso significa na prática?

De maneira simplificada, a avaliação holística consiste em fazer uma comparação direta entre duas ou mais alternativas, podendo selecionar a melhor entre elas ou excluir a pior delas. Dessa maneira, é fornecida uma informação adicional ao sistema, que pode ser útil para reduzir o número de perguntas necessárias até chegar o resultado final ou até mesmo para finalizar o problema.

Outro aspecto importante da avaliação holística, é a possibilidade do decisor avaliar de maneira mais simples problemas que possuem muitos critérios, por exemplo, no qual a avaliação por decomposição poderia ser complexa e relativamente trabalhosa, evitando assim possíveis inconsistências.

Dessa forma, com a introdução da Avaliação Holística (AH) o decisor pode, ao longo do processo de eliciação, realizar a comparação entre as alternativas do problema. Ao realizar a ordenação dos critérios, o decisor poderá escolher se continuará com a eliciação por

Em caso de erros inesperados ou dúvidas, contate-nos em fitradeoff@cidsid.org.br.

decomposição ou se realizará a avaliação holística. Uma vez selecionada a opção de realizar a avaliação holística, este deverá utilizar qualquer uma das quatro visualizações disponíveis no sistema (gráfico de barras, radar, bolha ou visualização tabular).

Caso o decisor se sinta confortável, o mesmo poderá informar relações de preferências entre alternativas reais do problema. Tais relações serão por sua vez incluídas no modelo de programação linear, fazendo com que todos os vetores de pesos viáveis considerados estejam em acordo com a relação informada. Dessa forma, o SAD incorpora uma nova fonte de informações relevantes para a resolução do problema.

12.2 Problemática de escolha

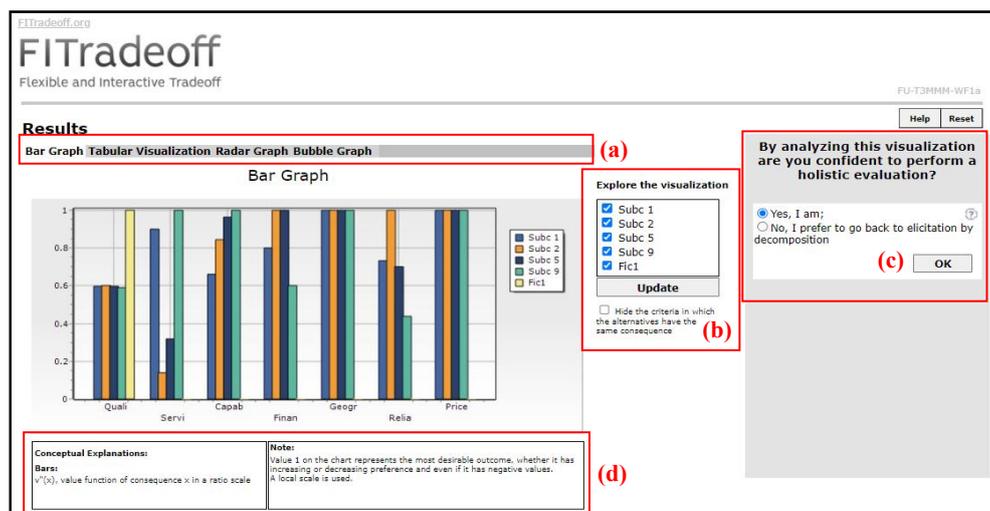
Para realização da AH siga os passos descritos abaixo:

1º passo: Na tela de resultados parciais (Figura 11.1.1, seção 11), escolha dar continuidade a elicitação de preferências através da avaliação holística;

2º passo: Escolha o tipo de visualização na qual se sinta mais confortável para realização da avaliação **(a)**. É possível desmarcar alternativas e atualizar os gráficos, de forma que são exibidas somente as alternativas desejadas, há também a opção de esconder os critérios que tenham todas as alternativas avaliadas com as mesmas consequências **(b)**;

3º passo: Responda à pergunta exibida na barra ao lado direito da Figura 12.2.1 **(c)**, caso tenha encontrado um tipo de visualização com o qual esteja confortável, responda “Yes”, para dar continuidade ao processo. Caso contrário, basta responder “No, I prefer to do back to elicitation by decomposition”.

Figura 12.2.1 – Tela de Avaliação Holística para a problemática de escolha



Informações importantes:

- Na parte inferior da tela é apresentado uma explicação conceitual (**d**) para melhor análise dos gráficos;
- Ao optar pelo gráfico radar tem-se os critérios ordenados no sentido horário do gráfico.

Figura 12.2.2 – Segunda tela de Avaliação Holística para a problemática de escolha



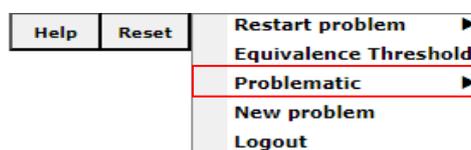
4º passo: Tendo optado por prosseguir, deve-se escolher o grupo de alternativas (≥ 2) as quais se deseja avaliar holisticamente (**e**). Neste caso, mantendo selecionadas somente as alternativas as quais se deseja avaliar, e na sequência clicar em “Update”;

5º passo: Caso o decisor tenha escolhido mais de duas alternativas, este deverá optar entre a exclusão de uma única alternativa do grupo, ou a seleção daquela que for considerada a melhor (**f**). Caso somente duas alternativas tenham sido selecionadas, o sistema automaticamente considera que se trata da seleção da melhor alternativa do par;

6º passo: Escolha da alternativa. A alternativa escolhida será eliminada ou indicada como a melhor do grupo, conduzindo a eliminação das demais. Essa ação dependerá do que foi realizado no passo anterior.

Informação importante: Para as problemáticas de ordenação e escolha, ao obter uma solução para o problema, ficará disponível em “Reset” a opção de mudar de problemática (Escolha – Ordenação ou Ordenação – Escolha).

Figura 12.2.3 – Opção extra disponível para as problemáticas de ordenação e escolha



Em caso de erros inesperados ou dúvidas, contate-nos em fitradeoff@cdsid.org.br.

12.3 Problemática de ordenação

Para realização da AH siga os passos descritos abaixo:

1º passo: Na tela de resultados parciais (Figura 11.2.1 – seção 11), escolha dar continuidade a elicitación de preferências através da avaliação holística;

2º passo: Tendo optado por prosseguir, o decisor deverá utilizar o Diagrama de Hasse (DH) para escolher um nível do *ranking* para o qual deseja avaliar as alternativas. Somente serão exibidos no menu suspenso os níveis com pelo menos um par de alternativas incomparáveis entre si, dado o nível corrente de informação **(a)**;

3º passo: Deve-se escolher duas alternativas para serem avaliadas. Para definir tais alternativas o decisor deverá selecionar uma por vez através dos menus suspensos. Ao selecionar a primeira alternativa a ser avaliada, o sistema atualizará o segundo menu suspenso com as alternativas ainda incomparáveis com a primeira alternativa selecionada;

4º passo: Escolha o tipo de visualização na qual se sinta mais confiante para realização da avaliação;

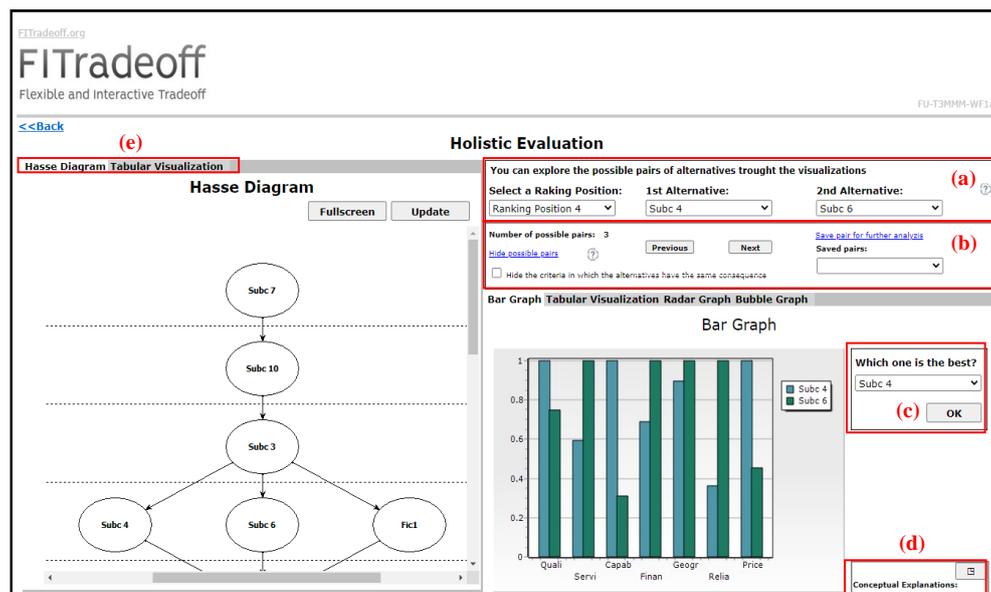
5º passo: O número de pares incomparáveis é informado, então ao clicar em "*Explore possible pairs*", em seguida no botão "*Next*" será exibido todos os pares, um a um, para avaliação e caso o usuário deseje salvar o par para avaliar em outro momento da elicitación basta selecionar "*Save pair for further analysis*". Se houver critérios em que as alternativas têm a mesma consequência pode-se selecionar a opção "*Hide the criteria in which the alternatives have the same consequence*" **(b)**, para ocultar esses critérios;

6º passo: Escolha a alternativa **(c)**. Como na problemática de ordenação só é possível realizar a avaliação aos pares, o SAD automaticamente entenderá que se trata de escolher a melhor alternativa do par. Vale ainda pontuar, que para esta problemática não há exclusão da alternativa não escolhida, mas sim a seleção da considerada melhor, estabelecendo uma relação de dominância entre o par analisado. Seguidos estes passos, a avaliação holística terá sido informada e incluída no modelo de programação linear. Caso seja necessário, é possível cancelar o processo clicando no botão voltar;

7º Passo: O menu suspenso **(d)** apresenta explicações conceituais a respeito do gráfico para melhor entendimento e análise das alternativas;

8º Passo: A visualização tabular contém as máximas diferenças **(e)** entre as alternativas incomparáveis em cada posição do *ranking*. Esta tabela pode ser minimizada quando não estiver sendo visualizada.

Figura 12.3.1 – Tela de Avaliação Holística para a problemática de ordenação



Vale destacar que, ao selecionar o grupo de alternativas para avaliar, todas as visualizações gráficas do SAD serão atualizadas para que somente as alternativas selecionadas sejam exibidas e tenham os valores de suas consequências ajustados, considerando uma escala de razão local, dentro do subconjunto que está sendo avaliado.

12.4 Problemática de classificação

A avaliação holística para a problemática de classificação consiste em realizar uma comparação de uma alternativa real que ainda não foi classificada e um perfil inserido. Isso se dá por meio de uma alternativa fictícia chamada alternativa-perfil cujo desempenho em cada critério é definido pelo perfil levando em consideração a escala. Por exemplo, na Figura 12.4.2 é possível ver o desempenho da alternativa fictícia gerada a partir do perfil “P2” (barras azuis) quando comparado com uma alternativa real chamada “BU Canal 02” (barras amarelas).

Para realização da AH siga os passos descritos abaixo:

1º passo: Na tela de resultados parciais (Figura 11.4.1 – seção 11), escolha dar continuidade a elicitação de preferências através da avaliação holística;

2º passo: Escolha a alternativa que deseja comparar com um dos perfis (a). A partir do Gráfico de Gantt (Figura 12.4.1), é possível visualizar os valores máximos e mínimo de todas as alternativas que ainda não foram classificadas em uma única classe, bem como todos os perfis que essas alternativas podem ser comparadas. De maneira simplificada, caso a alternativa seja interceptada por um perfil no gráfico, é possível realizar a holística entre essa alternativa e esse determinado perfil.

3º passo: Escolha o tipo de visualização na qual se sinta mais confortável para realização da avaliação **(b)**;

4º passo: Escolha um dos perfis **(c)** no qual a alternativa escolhida pode ser comparada;

5º Passo: Escolha entre a melhor opção: A alternativa selecionada ou o perfil **(d)**.

Figura 12.4.1 – Tela de Avaliação Holística para a problemática de classificação

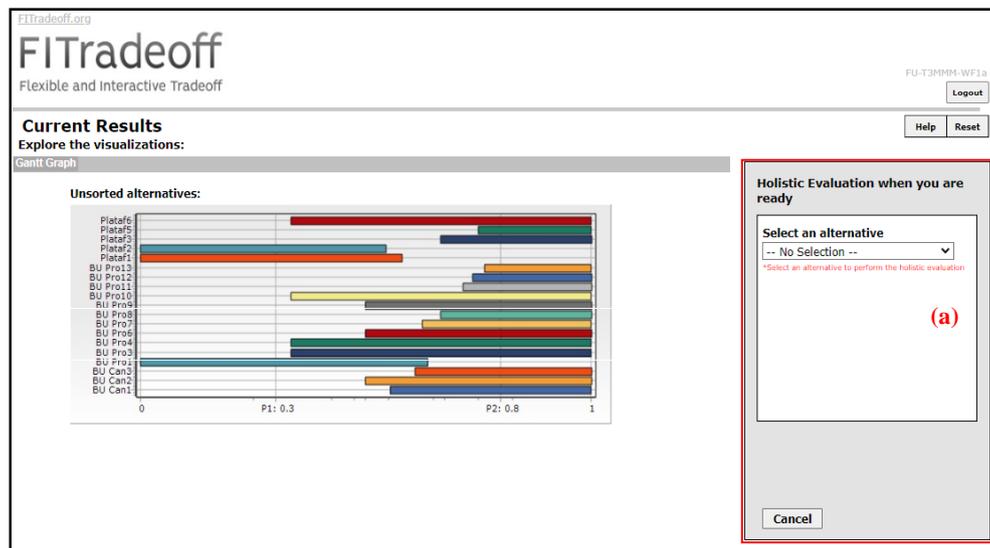
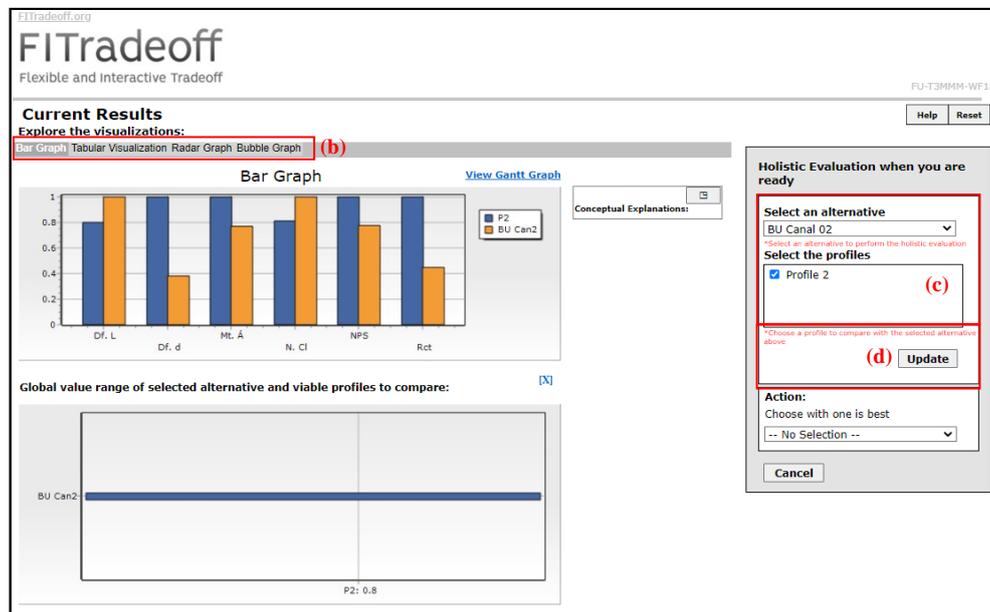


Figura 12.4.2 – Segunda tela de Avaliação Holística para a problemática de classificação



Informação Importante: A comparação de uma alternativa real e um perfil inserido se dá por meio de uma alternativa fictícia chamada alternativa-perfil cujo desempenho em cada critério é definido pelo perfil levando em consideração a escala.

Por fim, tais relações serão por sua vez incluídas no modelo de programação linear, fazendo com que todos os vetores de pesos viáveis considerados estejam em acordo com a relação informada. Dessa forma, o sistema de apoio a decisão incorpora uma nova fonte de

Em caso de erros inesperados ou dúvidas, contate-nos em fitradeoff@cdsid.org.br.

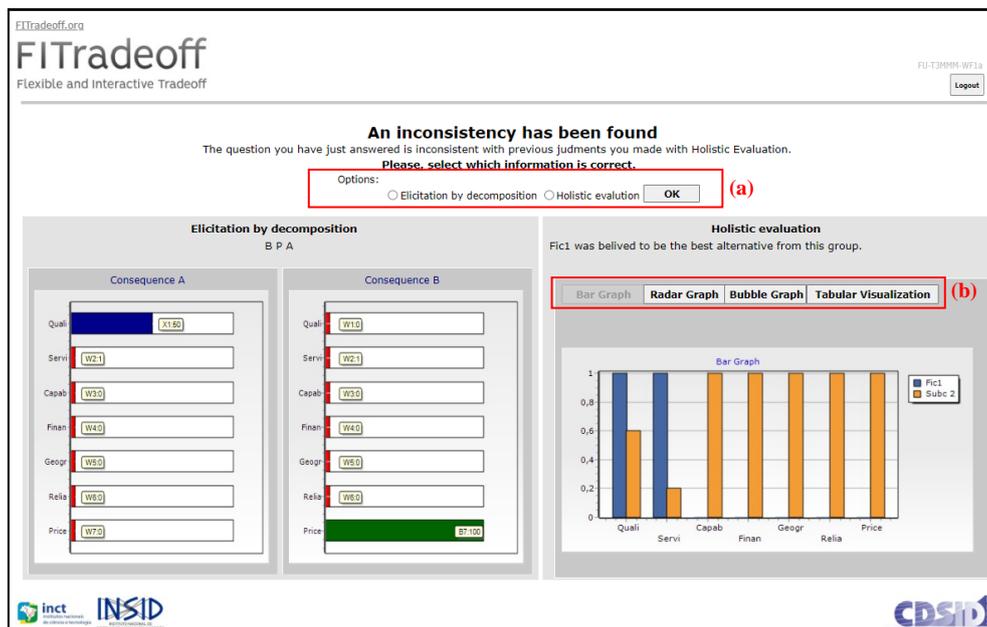
informações relevantes para a resolução do problema, além de reduzir significativamente o número de perguntas necessárias para se chegar ao resultado final.

13. Teste de Inconsistência

Com a inclusão da avaliação holística no SAD, é possível que os decisores forneçam informações conflitantes quando comparadas a avaliação por decomposição e a avaliação holística. Isso pode ocorrer dado a natureza distinta das avaliações e informações geradas. Assim sendo, é de extrema importância a realização de um teste de inconsistências ao longo do processo, para evitar que o espaço de pesos venha a ser inviabilizado.

Após a realização de pelo menos uma avaliação holística, o teste passa a ser executado a cada pergunta respondida na decomposição. Caso uma inconsistência seja encontrada (Figura 13.1), realiza-se um processo de validação junto ao decisor, em que são confrontadas as informações dadas na pergunta da elicitação e na avaliação holística, perguntando-se, portanto, qual das duas informações de fato está em concordância com as reais preferências do decisor **(a)**.

Figura 13.1 – Tela para realização do teste de inconsistência



Caso o decisor opte pela informação fornecida na elicitação por decomposição, então, a informação gerada pela avaliação holística é descartada e as alternativas são reavaliadas com as informações da elicitação e de outras avaliações holísticas não-inconsistentes.

Se por outro lado o decisor optar por manter a informação da avaliação holística, então a preferência informada na elicitação é invertida, ou seja, se a resposta dada era A, ocorre a sua inversão para B, se era B, passa a ser A e se a resposta se tratava de uma Indiferença, então

Em caso de erros inesperados ou dúvidas, contate-nos em fitradeoff@cdsid.org.br.

inverte-se a preferência para “No Answer”.

Durante o teste de inconsistência o decisor terá acesso a todas as visualizações anteriormente disponibilizadas afim de possibilitar uma avaliação segura da decisão que deverá tomar (b).

14. Análise de Sensibilidade

A nova versão do Sistema FITradeoff permite ainda a realização da Análise de Sensibilidade (AS) para as consequências (Figura 14.1), vale salientar que a AS é realizada para as problemáticas de escolha, ordenação e classificação.

A análise de sensibilidade é disponibilizada ao decisor no momento em que uma recomendação é gerada, seja por ter encontrado o conjunto solução, seja pela indicação por parte do decisor de que não deseja mais continuar a responder a elicitación flexível.

Para realizar a Análise de Sensibilidade no SAD do FITradeoff, o decisor deve indicar o intervalo de variações das consequências de cada critério na matriz de decisão. O SAD executa um processo de simulação de Monte-Carlo com 1.000 instâncias, onde em cada instância é gerada uma nova matriz de decisão, com valores aleatórios dentro do intervalo escolhido. As preferências do decisor (espaço de peso) elicitados na etapa de avaliação intercritério são mantidas mantida e replicadas, fazendo com que uma nova PPL seja gerada em cada instância da AS. Ainda em cada instância o SAD resolve e armazena a solução de cada PPL gerada. Os resultados são mostrados através da visualização gráfica e tabulares indicando as diferenças entre a solução do SAD e as soluções da AS.

Figura 14.1 – Tela de resultado com a opção de seguir para a Análise de Sensibilidade (AS)

The screenshot shows the FITradeoff software interface. At the top, it says "FITradeoff.org" and "FITradeoff Flexible and Interactive Tradeoff". The main section is titled "Results" and contains a "Tabular Visualization" window. This window displays a table with the following data:

| Alternatives | Quality Organization | Price | Service | Geographical Condition | Financial Condition | Reliability | Capability | Max Ove Val |
|--------------|----------------------|-------|---------|------------------------|---------------------|-------------|------------|-------------|
| Fic1 | 100 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1,00 |

Below the table, there are options for "Exporting Options" and "Sensitivity Analysis", with the latter highlighted by a red box. The interface also includes "Help" and "Reset" buttons in the top right corner.

Na AS das consequências são gerados diferentes cenários variando as consequências das alternativas nos critérios indicados e resolvendo o problema de acordo ao espaço de pesos encontrado até aquele momento.

Ao clicar no botão “*Sensitivity Analysis*” na tela de visualização tabular, o usuário será levado a uma tela onde o mesmo deve informar cada critério a ser variado, podendo selecionar todos os critérios de uma vez caso marque a caixinha que se encontra no cabeçalho (a). Os limites superiores e inferiores de variação em cada critério selecionado também deve ser informado pelo usuário (b). Estes limites devem ser em percentual para critérios naturais e em níveis para critérios construídos. Isso ocorre porque os critérios construídos podem assumir apenas valores discretos, pois valores contínuos não são utilizados na construção de escalas para esses critérios, e por isso é adequada apenas a variação em níveis.

Após informar os critérios que devem variar e os limites superiores e inferiores da variação, o usuário deve clicar no botão “*save*” (c) para que a informações sejam salvas para que o início da AS seja habilitado, sendo iniciado por meio de clique no botão Run “*Sentitivity Analysis*”. O usuário pode voltar a fazer alterações nas variações nos critérios selecionados e nos limites superiores e inferiores clicando on botão “*redefine*” (c).

Figura 14.2 – Configurando a Análise de Sensibilidade

The screenshot shows the FITradeoff Sensitivity Analysis interface. At the top, it says "FITradeoff Flexible and Interactive Tradeoff" and "FU-T3MMM-WF1a". Below that, there's a "Sensitivity Analysis" section with a "Back" button. The main instruction is "Please, select below which criteria you want to vary:". Below this is a table with the following columns: Criteria, Type, Preference Direction, Lower Limit, and Upper Limit. The table contains the following data:

| Criteria | Type | Preference Direction | Lower Limit | Upper Limit |
|--|-------------|----------------------|-------------|-------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> Quality Organization | Natural | Maximization | - 10 % | + 10 % |
| <input checked="" type="checkbox"/> Service | Constructed | Maximization | - 3 Levels | + 4 Levels |
| <input type="checkbox"/> Capability | Natural | Maximization | | |
| <input type="checkbox"/> Financial Condition | Natural | Maximization | | |
| <input type="checkbox"/> Geographical Condition | Natural | Maximization | | |
| <input type="checkbox"/> Reliability | Natural | Maximization | | |
| <input type="checkbox"/> Price | Natural | Maximization | | |

Below the table, there's a "Criteria Type:" section with a text area containing instructions for Natural and Constructed criteria. At the bottom right, there are three buttons: "Redefine", "Save", and "Run Sensitivity Analysis". The "Save" button is highlighted with a red box and labeled (c). There are also labels (a) and (b) pointing to the table header and the lower limit field respectively.

Lembrando que não é necessário selecionar todos os critérios informando se este será ou não variado, a nova versão permite que o decisor selecione apenas o grupo de critérios que deseja variar e inicie o processo, neste caso, todos os critérios não selecionados serão considerados como não variados.

Em caso de erros inesperados ou dúvidas, contate-nos em fitradeoff@cdsid.org.br.

Ademais, é válido ressaltar que para a problemática de classificação (Figura 14.3), também é possível variar os valores dos perfis, além das consequências. O processo funciona de maneira muito semelhante ao que acontece em escolha e em ordenação. Assim, o usuário consegue variar simultaneamente as consequências dos critérios e os valores do perfis para a mesma análise de sensibilidade.

Assim, para realizar a variação dos perfis, o usuário deve selecionar o elemento a ser variado **(a)**, deve informar cada perfil a ser variado, podendo selecionar todos os critérios de uma vez caso marque a caixinha que se encontra no cabeçalho **(b)**. Os limites superiores e inferiores de variação em cada perfil selecionado também deve ser informado pelo usuário **(c)**.

Após informar os perfis que devem variar e os limites superiores e inferiores da variação, o usuário deve clicar no botão “save” **(d)** para que a informações sejam salvas para que o início da AS seja habilitado, sendo iniciado por meio de clique no botão Run “Sensitivity Analysis”. O usuário pode voltar a fazer alterações nas variações nos perfis selecionados e nos limites superiores e inferiores clicando on botão “redefine” **(d)**.

Figura 14.3 – Configurando a variação dos perfis para a Problemática de Classificação

The screenshot shows the FITradeoff Sensitivity Analysis interface. At the top, there is a navigation bar with a back button and the title 'Sensitivity Analysis'. Below this, there are tabs for 'Consequences' and 'Profiles', with 'Profiles' selected and marked with a red box (a). The main area contains a table with the following data:

| Please, select below which profile you want to vary: | | | | | |
|--|-----------|----------------|---------------|-------------|-------------|
| <input type="checkbox"/> | Profiles | Scale | Defined Value | Lower Limit | Upper Limit |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Profile 1 | Interval Scale | 0,20 | - 10 % | + 10 % |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Profile 2 | Interval Scale | 0,40 | - 15 % | + 15 % |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Profile 3 | Interval Scale | 0,60 | - 20 % | + 20 % |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Profile 4 | Interval Scale | 0,80 | - 5 % | + 5 % |

Red boxes highlight the selection checkboxes (b), the limit input fields (c), and the 'Redefine' and 'Save' buttons (d). Below the table, there is a 'Scale Type:' section with two options: 'Interval Scale' and 'Ratio Scale'. At the bottom right, there is a 'Run Sensitivity Analysis' button and a 'Redefine' button. The interface also includes logos for INCT, INSID, and CDSID/UFPE.

14.1 AS de escolha

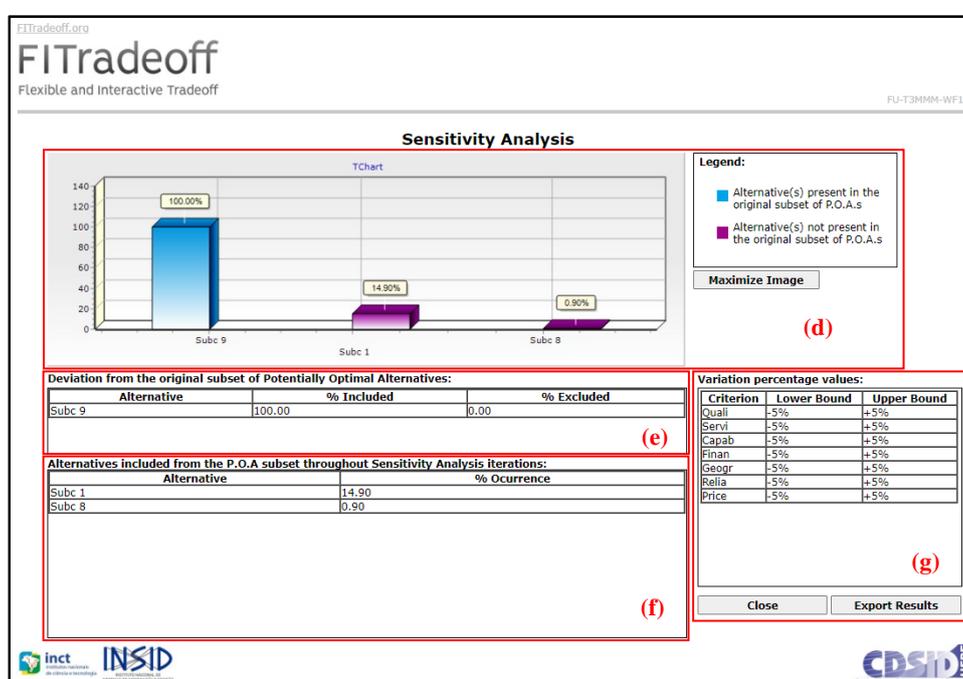
Após rodadas todas as instâncias, será exibida a tela de resultados da AS referente as consequências (Figura 14.4), onde pode-se observar os seguintes elementos:

- Gráfico que exibe as alternativas do conjunto solução original (em azul) e as alternativas que foram incluídas ao conjunto (em roxo) com os percentuais referentes

Em caso de erros inesperados ou dúvidas, contate-nos em fitradeoff@cdsid.org.br.

- a quantidade de cenários em que estiveram no conjunto solução (d);
- Tabela do conjunto original solução de problema, que além de exibir as alternativas presentes na solução original, indica o número de instâncias e o percentual de alteração da solução (e);
 - Tabela de alternativas incluídas ao longo do processo, que indica todas as alternativas que entraram do conjunto solução bem como o percentual de instâncias em que as mesmas foram incluídas ou excluídas (f);
 - Tabela de critérios variados, exibe os critérios selecionados e o percentual de variação (g).

Figura 14.4 – Tela da Análise de Sensibilidade para a problemática de escolha



Informação importante: Ao finalizar uma aplicação clicar no botão de “logout” presente no canto superior direito das telas do sistema.

14.2 AS de ordenação

Após o usuário definir os inputs da AS (variações dos valores das consequências), o SAD executa um processo de Simulação baseado em Monte-Carlo, onde os valores das consequências variam de acordo com os limites superiores e inferiores definidos pelo usuário e logo em seguida a AS é realizada em 2 fases, na primeira fase é realizada uma análise de robustez da solução obtida, onde são calculados e mostrados os índices de robustez de cada alternativa, bem como o percentual de variação das suas relações de dominância (Figura 14.5), e na segunda fase é realizado um teste de correlação de Kendall (Figura 14.7) a fim de

Em caso de erros inesperados ou dúvidas, contate-nos em fitradeoff@cdsid.org.br.

incorporar significância estatística à análise obtida. Essas duas fases são descritas nos itens abaixo.

14.2.1 Análise de Robustez

- Nessa fase, são obtidos os índices de robustez de cada alternativa, que consistem nos percentuais de vezes em que a alternativa mantém suas relações de dominância com relação às demais alternativas entre a ordenação gerada na solução original e as ordenações geradas nas simulações da AS.
- Um gráfico é construído, onde são mostrados de forma visual o os índices de robustez de cada alternativa (em azul) e o seu complementar, que é o percentual de vezes em que cada alternativa muda suas relações de dominância com as demais (em roxo) **(d)**.
- Logo abaixo do gráfico, uma tabela é montada com base na composição da ordenação gerada na solução original indicando os índices de robustez e as variações das relações de dominâncias entre as alternativas **(e)**.
- Na parte inferior da tela, um link é disponibilizado para que o usuário tenha acesso a uma tabela que mostra a frequência em que cada alternativa ocupou cada posição do ranking(14.6). **(f)**
- Ao clicar no link, uma tabela é construída com base no percentual de vezes em que cada alternativa ocupa determinada posição da ordenação, dada a quantidades de posições. **(g)**
- Pelo fato do método FITradeoff trabalhar com informações parciais, o SAD na problemática de ordenação pode gerar ordens com diferentes quantidades de posições, tanto na ordenação gerada na solução original, quanto nas diferentes instâncias da AS. Dessa forma, é dada a opção do usuário alterar a visualização da tabela mencionada acima em função da quantidade de posições do ranking através do campo localizado abaixo da tabela. Além disso, uma nota informativa exibe o percentual de vezes em que *rankings* foram gerados na AS com a quantidade de posições escolhida pelo usuário **(h)**.
- Uma tabela à direita da tela exibe a variação dos critérios selecionados seus limites superiores e inferiores de variação definidos pelo usuário **(i)**.
- Um link ao final da tela conduz o usuário à segunda fase da AS que consiste no Teste de Kendall, que está explicado na próxima sessão**(j)**.

Figura 14.5 – Tela da Análise de Sensibilidade para a problemática de ordenação

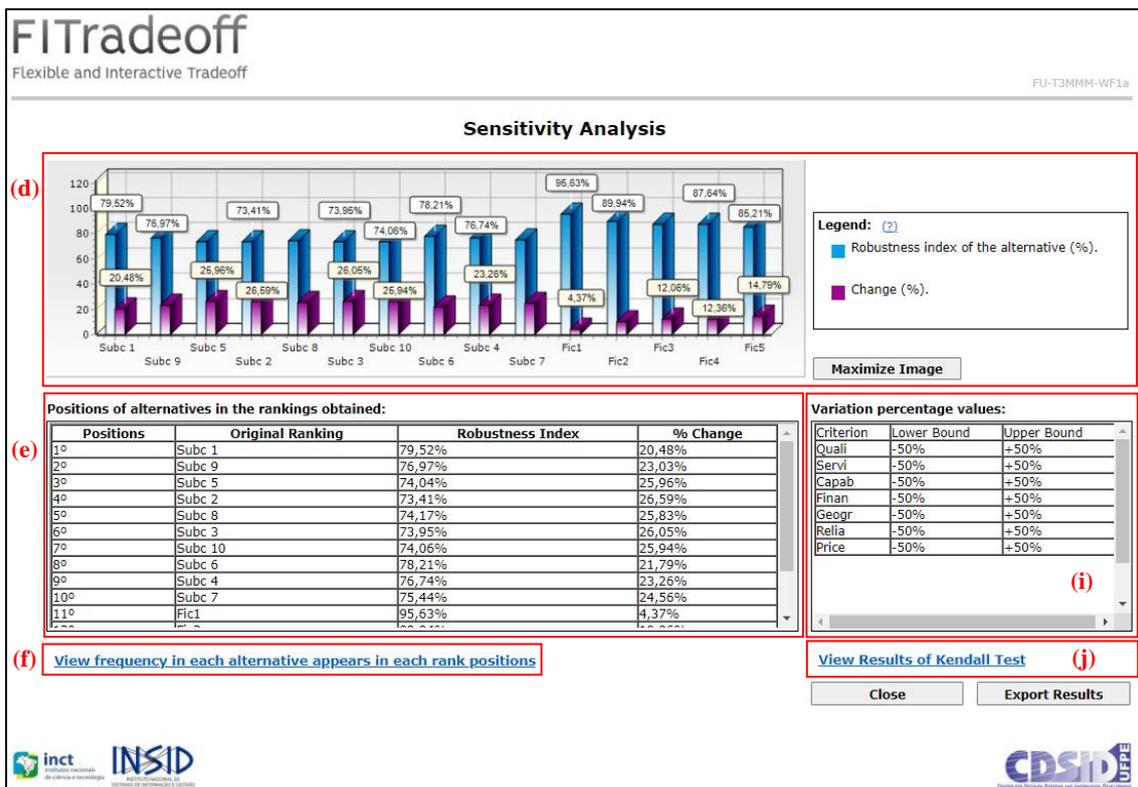
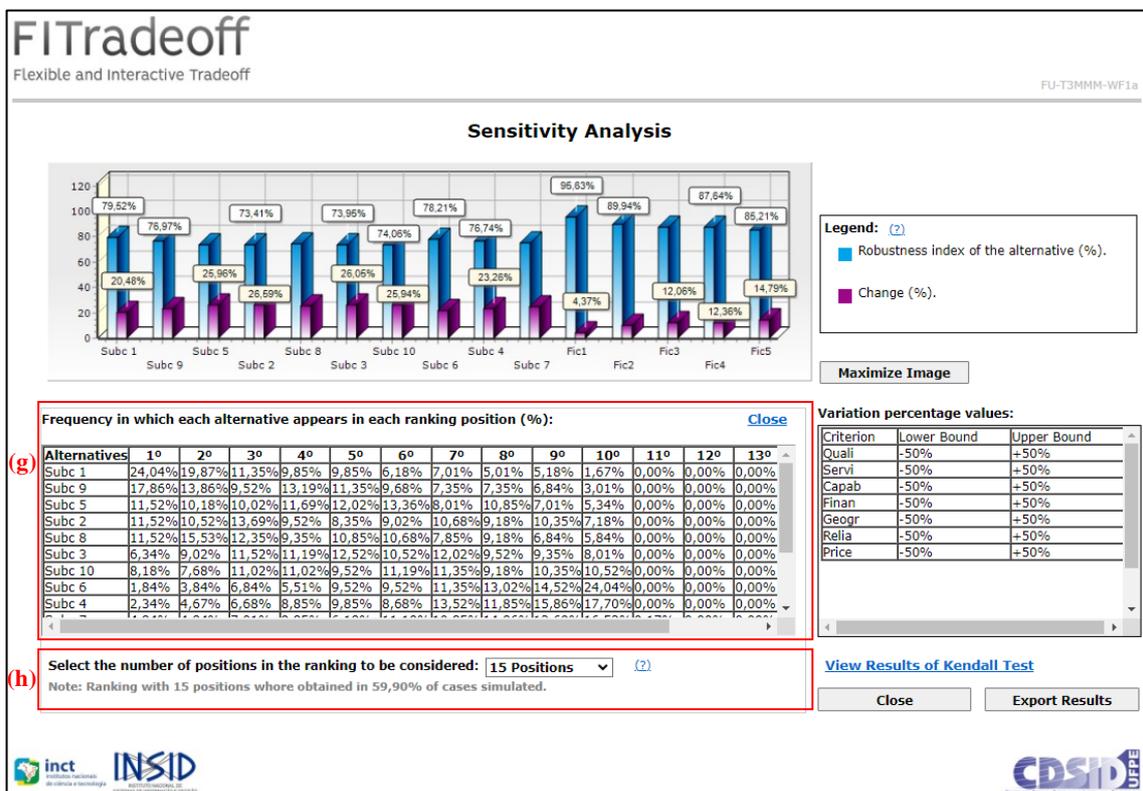


Figura 14.6 – Segunda Tabela



Em caso de erros inesperados ou dúvidas, contate-nos em fitradeoff@cdsid.org.br.

Informação importante: Ao finalizar uma aplicação clicar no botão de “*logout*” presente no canto superior direito das telas do sistema.

14.2.1 Teste de Kendall na AS de ordenação

Na segunda fase da AS da problemática de ordenação, o teste estatístico de correlação de Kendall (Figura 14.7) é executado para determinar se há ou não associação significativa entre a ordenação da solução original e as ordenações geradas nas simulações da AS.

- O teste de Kendall é realizado automaticamente pelo SAD, em função do cálculo da estatística de teste coeficiente de Kendall (τ) que ajuda a inferir a correlação entre dois conjuntos de dados a partir da quantidade de pares concordantes e discordantes entre eles e possui maneiras diferentes de serem calculados de acordo com a quantidade de elementos das amostras. Na AS de ordenação os testes de correlação são realizados entre a ordenação da solução original do problema e todas as ordenações geradas nas instâncias da AS.
- Após isso, um teste de hipóteses é realizado em função do nível de significância (α) escolhido pelo usuário (**k**).
- Após o nível de significância ser selecionado, o teste de hipótese é realizado, e o SAD apresenta o resultado que pode indicar se a hipótese nula é rejeitada (na cor verde) ou **não rejeitada** (na cor vermelha) (**l**) e (**n**).
- Quando a hipótese nula é **rejeitada** (Figura 14.7), significa que não há variações significativas entre a ordenação da solução original e as ordenações as instâncias da AS, ou seja, existe correlação entre eles, o que indica que o modelo/resultado é robusto; e quando a hipótese nula **não é rejeitada** (Figura 14.8), significa que existem variações significativas entre a ordenação da solução original e as ordenações as instâncias da AS, ou seja, não existe correlação positiva entre eles, o que indica que o modelo/solução é sensível às mudanças estabelecidas na tela de *input*.
- Na parte inferior da tela, um link é disponibilizado para que o usuário tenha acesso a uma tabela (Figura 14.9) que mostra um relatório referente aos dados estatísticos do coeficiente de Kendall (τ) obtido nesta fase da AS (**o**).

Figura 14.7 – Tela do teste de Kendall na análise de sensibilidade para a problemática de ordenação com a hipótese nula rejeitada

The screenshot displays the FITradeoff interface for the Kendall Test. The page title is "FITradeoff" with the subtitle "Flexible and Interactive Tradeoff". The user ID is "FU-T3MMM-WF1a". There are "Logout", "Help", and "Reset" buttons. A link "Back to Sensitivity Analysis" is visible. The main heading is "Kendall Test".

The text states: "The Kendall correlation test aims to verify the similarity between the original ranking and the rankings obtained in the sensitivity analysis."

Hypothesis Test: (2)

- Null Hypothesis: "There is no association between the rankings (original and the simulated ones) under analysis for the specified significance level."
- Alternative Hypothesis: "There is association between the rankings (original and the simulated ones) under analysis for the specified significance level."

Select the significance Level (α): 0.01 (2) (k)

The Null Hypothesis is: Rejected (l)

- This indicates that there is correlation between the original ranking and the rankings obtained in the sensitivity analysis.

Show more information about tau coefficient (m)

Logos for INCT, INSID, and CDSID/UFPE are present at the bottom.

Figura 14.8 – Tela do teste de Kendall na análise de sensibilidade para a problemática de ordenação com a hipótese nula não rejeitada

The screenshot displays the FITradeoff interface for the Kendall Test. The page title is "FITradeoff" with the subtitle "Flexible and Interactive Tradeoff". The user ID is "FU-T3MMM-WF1a". There are "Logout", "Help", and "Reset" buttons. A link "Back to Sensitivity Analysis" is visible. The main heading is "Kendall Test".

The text states: "The Kendall correlation test aims to verify the similarity between the original ranking and the rankings obtained in the sensitivity analysis."

Hypothesis Test: (2)

- Null Hypothesis: "There is no association between the rankings (original and the simulated ones) under analysis for the specified significance level."
- Alternative Hypothesis: "There is association between the rankings (original and the simulated ones) under analysis for the specified significance level."

Select the significance Level (α): 0.01 (2)

The Null Hypothesis is: Not Rejected (n)

- This indicates that there is no correlation between the original ranking and the rankings obtained in the sensitivity analysis.

Show more information about tau coefficient

Logos for INCT, INSID, and CDSID/UFPE are present at the bottom.

Figura 14.9 – Tela do teste de Kendall na análise de sensibilidade para a problemática de ordenação com a relatório do coeficiente de Kendall

The screenshot shows the FITradeoff software interface for the Kendall Test. The header includes the FITradeoff logo and the text "Flexible and Interactive Tradeoff". The main content area is titled "Kendall Test" and contains the following information:

The Kendall correlation test aims to verify the similarity between the original ranking and the rankings obtained in the sensitivity analysis.

Hypothesis Test: (2)

- Null Hypothesis: "There is no association between the rankings (original and the simulated ones) under analysis for the specified significance level."
- Alternative Hypothesis: "There is association between the rankings (original and the simulated ones) under analysis for the specified significance level."

Select the significance Level (α): 0.05 (2)

The Null Hypothesis is: **Rejected**

Kendall τ Coefficient Report: (2)

| Maximum | Mean | Minimum | Mode | Median | Standard Deviation |
|---------|--------|---------|--------|--------|--------------------|
| 0,8857 | 0,6115 | 0,2952 | 0,5619 | 0,619 | 0,106 |

The table is highlighted with a red box, and a red circle with the letter 'e' is placed next to it. The interface also includes a "Logout" button, "Help" and "Reset" buttons, and logos for INCT, INSID, and CDSID/UFPE.

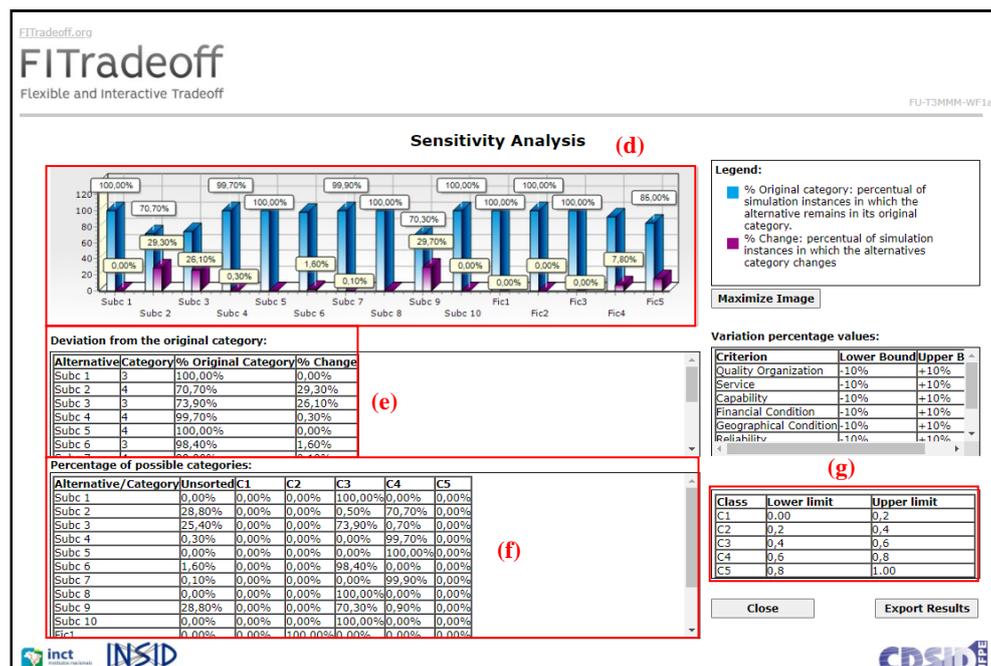
14.3 AS de Classificação

Em relação a AS da problemática de classificação (Figura 14.7), a tela dos resultados traz os seguintes elementos:

- Gráfico com duas séries que exibem o percentual de vezes que uma alternativa permaneceu em sua classe original (série azul) e o quanto foi alterado, independentemente da classe ocupada (série roxa) **(d)**;
- Tabela com as percentagens de desvio de cada alternativa em relação às suas classes no resultado original do problema **(e)**;
- Tabela com percentagem de casos da simulação no qual cada alternativa foi alocada em cada uma das classes. É possível visualizar também o percentual de vezes que a alternativa não pôde ser alocada em apenas uma classe **(f)**;
- Tabela das classes definidas do problema, exibindo os limites inferiores e superiores de cada classe **(g)**.

Informação importante: Na problemática de classificação, a AS pode ser realizada a partir da variação das consequências e dos perfis.

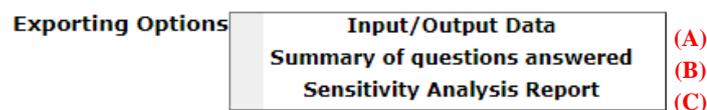
Figura 14.7 – Tela da Análise de Sensibilidade para a problemática de classificação



Informação importante: Ao finalizar uma aplicação clicar no botão de “*logout*” presente no canto superior direito das telas do sistema.

15. Planilhas de exportação das análises

O sistema FU_T3MMM_WF1a disponibiliza documentos de exportação *Excel* para que o usuário faça o *download* dos resultados e análises do problema estudado (Figura 15.1). Estes podem ser exportados nas páginas de resultados ou após realizar uma análise de sensibilidade. São disponibilizados modelos de saída diferentes para os problemas de escolha e ordenação.

Figura 15.1 – Opções de exportação *Excel*

15.1 Exportação de dados de entrada e resultados

A planilha (A), exemplificada na Figura 15.2, conterá os dados de entrada fornecidos pelo usuário (a), o resultado final encontrado com as respectivas consequências reais de cada critério de avaliação em relação à(s) alternativa(s) (b) e os respectivos *ranges* com valores do espaço de pesos (c).

Figura 15.2 – Modelo da planilha de exportação dos dados de entrada e resultados

| Criteria: | Quality | On Service | Capability | Financial | Geographi | Reliability | Price | | Ordem: |
|---|---------|------------|------------|-----------|-----------|-------------|-------|--|---|
| 0-Cont Mir | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 | | 1 [Subc 5] |
| Type: | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | | 2 [Subc 3] |
| a: | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 3 [Subc 1, Subc 10][Subc 10, Subc 4][Subc 10, Subc 7][Subc 4, Subc 7] |
| b: | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 4 [Subc 2, Subc 6] |
| c: | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 5 | | 5 [Subc 9] |
| Alternative Alternatives: | | | | | | | | | |
| Subc 1 | 59,6 | 64 | 55 | 80 | 100 | 3 | 5 | | 6 [Subc 8] |
| Subc 2 | 60,3 | 10 | 70 | 100 | 100 | 4 | 4 | | 7 [Fic3] |
| Subc 3 | 51,3 | 44 | 55 | 80 | 100 | 1 | 5 | | 8 [Fic1] |
| Subc 4 | 57,6 | 53,5 | 45 | 60 | 100 | 1 | 4 | | 9 [Fic2] |
| Subc 5 | 59,6 | 22,5 | 80 | 100 | 100 | 3 | 5 | | 10 [Fic4] |
| Subc 6 | 49,6 | 41 | 70 | 80 | 100 | 1 | 1 | | 11 [Fic5] |
| Subc 7 | 58,3 | 45,5 | 51,5 | 60 | 100 | 1 | 4 | | |
| Subc 8 | 56,6 | 71 | 51,5 | 60 | 100 | 1 | 1 | | |
| Subc 9 | 59 | 71 | 83 | 60 | 100 | 2 | 1 | | |
| Subc 10 | 61,3 | 57 | 43,5 | 80 | 100 | 1 | 2 | | |
| Fic1 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 3 | | |
| Fic2 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | | |
| Fic3 | 0 | 0 | 100 | 0 | 0 | 2 | 5 | | |
| Fic4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | | |
| Fic5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 1 | | |
| Intervalo de valores das constantes de escala: | | | | | | | | | |
| Max | 0,19 | 0,14 | 0,14 | 0,14 | 0,14 | 0,14 | 0,12 | | |
| Min | 0,19 | 0,14 | 0,14 | 0,14 | 0,14 | 0,14 | 0,12 | | |
| Nota: Um vetor de constantes de escala viável tem os valores de seus componentes dentro deste intervalo e a soma destes valores é igual a um. | | | | | | | | | |

15.2 Exportação do resumo das perguntas

O relatório de exportação **(B)**, exemplificado na Figura 15.3 abaixo, é um documento disponibilizado para situações em queo usuário desejar um registro da sequência de respostas e ações que realizou durante o procedimento de elicitação. São disponibilizados modelos de saída padrão, diferindo apenas se as alternativas serão exibidas em termos de potencialidade ótima (problemática de escolha) ou número de níveis (problemática de ordenação).

A planilha conterá os dados de número de ciclos, características da ConsequênciaA, características da Consequência B, resposta do decisor, conjunto de solução a cada ciclo e informação sobre as AHs realizadas.

Figura 15.3 – Modelo da planilha de relatório de exportação

| Application report | | | | | |
|--------------------|----------------------------------|--------------------------------------|---------------|------------------|-------------------------------------|
| Cycle | Consequence A | Consequence B | Answer | Number of levels | Holistic Evaluation (HE) performed? |
| 0 | | | Ordering... | 3 | no |
| 1 | 75.000 of Quality Organization | Best of Price (5) | Consequence B | 5 | no |
| 2 | 93.750 of Quality Organization | Best of Service (100) | Consequence A | 6 | no |
| 3 | 50.000 of Quality Organization | Best of Service (100) | Consequence B | 6 | no |
| 4 | 75.000 of Service | Best of Capability (100) | Consequence B | 7 | no |
| 5 | 50.000 of Service | Best of Capability (100) | Consequence B | 8 | no |
| 6 | 75.000 of Capability | Best of Financial Condition (100) | Consequence B | 8 | no |
| 7 | 87.500 of Capability | Best of Financial Condition (100) | Consequence B | 8 | no |
| 8 | 87.500 of Financial Condition | Best of Geographical Condition (100) | Consequence B | 8 | no |
| 9 | 95.833 of Geographical Condition | Best of Reliability (1) | Consequence B | 8 | no |
| 10 | 84.375 of Reliability | Best of Price (5) | Consequence B | 8 | no |
| 11 | 89.063 of Quality Organization | Best of Service (100) | Consequence B | 8 | no |
| 12 | 89.063 of Financial Condition | Best of Geographical Condition (100) | Consequence B | 8 | no |
| 13 | 89.063 of Geographical Condition | Best of Reliability (1) | Consequence B | 8 | no |
| 14 | 89.063 of Service | Best of Capability (100) | Consequence B | 8 | no |
| 15 | 89.063 of Capability | Best of Financial Condition (100) | Consequence B | 9 | no |
| 16 | 89.063 of Financial Condition | Best of Geographical Condition (100) | Consequence B | 9 | no |

15.3 Exportação da análise de sensibilidade

O relatório de exportação (C), exemplificado na Figura 15.4, é disponibilizado ao usuário após a realização de uma análise de sensibilidade nos casos que se deseje um registro da análise. A planilha conterà os critérios e as variações determinadas pelo usuário (a), as porcentagens de desvio da posição original (b) e a porcentagem de vezes que a alternativa foi ordenada na posição (c).

Figura 15.4 – Modelo da planilha de relatório da análise de sensibilidade

| Consequences Sensitivity Analysis: | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|----------------------|---------|------------|-----------|----------|-------------|---------|---------|--------|---------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--|--|
| Variation | Quality Organization | Service | Capability | Financial | Geograph | Reliability | Price | (a) | | | | | | | | | | |
| Max | +10% | +10% | +10% | +10% | +10% | +10% | +10% | | | | | | | | | | | |
| Min | -10% | -10% | -10% | -10% | -10% | -10% | -10% | | | | | | | | | | | |
| Deviation from the Original Ranking | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Position in the rank | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | | |
| (b) | Alternatives | Subc 9 | Subc 1 | Subc 5 | Subc 2 | Subc 8 | Subc 3 | Subc 10 | Subc 6 | Subc 4 | Subc 7 | Fic1 | Fic2 | Fic3 | Fic4 | Fic5 | | |
| | % Original Position | 77.40% | 16.50% | 9.60% | 1.90% | 0.70% | 0.00% | 0.00% | 0.10% | 0.00% | 0.00% | 0.10% | 0.10% | 0.10% | 0.10% | 0.10% | | |
| | % Change | 22.60% | 83.50% | 90.40% | 98.10% | 99.30% | 100.00% | 100.00% | 99.90% | 100.00% | 100.00% | 99.90% | 99.90% | 99.90% | 99.90% | 99.90% | | |
| Percentage of times that the alternative was ordered in the position: (c) | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Alternative/Position | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | | |
| Subc 1 | | 83.10% | 16.50% | 0.30% | 0.10% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | | |
| Subc 2 | | 39.90% | 43.90% | 14.10% | 1.90% | 0.20% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | | |
| Subc 3 | | 16.40% | 46.10% | 29.60% | 7.10% | 0.80% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | | |
| Subc 4 | | 0.10% | 6.60% | 29.50% | 36.30% | 21.10% | 5.20% | 1.00% | 0.10% | 0.00% | 0.10% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | | |
| Subc 5 | | 47.20% | 42.70% | 9.60% | 0.50% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | | |
| Subc 6 | | 0.70% | 9.60% | 34.50% | 34.30% | 15.70% | 4.20% | 0.90% | 0.10% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | | |
| Subc 7 | | 0.00% | 3.40% | 21.00% | 38.10% | 25.30% | 9.80% | 1.70% | 0.60% | 0.10% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | | |
| Subc 8 | | 29.80% | 47.00% | 19.70% | 2.70% | 0.70% | 0.00% | 0.10% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | | |
| Subc 9 | | 77.40% | 21.10% | 1.50% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | | |
| Subc 10 | | 13.20% | 43.90% | 31.80% | 8.80% | 2.10% | 0.20% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | | |
| Fic1 | | 0.00% | 0.00% | 1.90% | 16.50% | 35.20% | 30.90% | 12.00% | 2.80% | 0.60% | 0.00% | 0.10% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | | |
| Fic2 | | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 1.90% | 16.50% | 30.90% | 12.00% | 2.80% | 0.60% | 0.00% | 0.10% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | | |
| Fic3 | | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 1.90% | 16.50% | 35.20% | 30.90% | 12.00% | 2.80% | 0.60% | 0.00% | 0.10% | 0.00% | 0.00% | | |
| Fic4 | | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 1.90% | 16.70% | 35.10% | 31.00% | 11.90% | 2.70% | 0.60% | 0.00% | 0.10% | 0.00% | | |
| Fic5 | | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 2.30% | 16.40% | 35.40% | 30.80% | 11.70% | 2.70% | 0.60% | 0.00% | 0.10% | | |

REFERÊNCIAS

- **FITradeoff – combinação dos paradigmas de elicitación (decomposição e holística):**
 - de Almeida, A.T., Frej, E.A. & Roselli, L.R.P. Combining holistic and decomposition paradigms in preference modeling with the flexibility of FITradeoff. *Cent Eur J Oper Res* 29, 7–47. 2021.
- **FITradeoff – problemática de escolha:**
 - de Almeida, A. T.; de Almeida, J. A. ; COSTA, A. P. C. S. ; de Almeida-Filho, A. T. “A New Method for Elicitation of Criteria Weights in Additive Models: Flexible and Interactive Tradeoff”, **European Journal of Operational Research**, v. 250, p. 179-191, 2016.
- **FITradeoff – problemática de ordenação:**
 - Frej, E A ; de Almeida, A T ; COSTA, A P C S. Using data visualization for ranking alternatives with partial information and interactive tradeoff elicitation. **Operational Research**, v. 19, p. 1-22, 2019.
- **FITradeoff – problemática de classificação**
 - Kang, T. H. A ; FREJ, E. A. ; de ALMEIDA, A. T. . Flexible and Interactive Tradeoff Elicitation for Multicriteria Sorting Problems. **Asia-Pacific Journal of Operational Research**, 2020.
- **FITradeoff – problemática de portfólio com base na razão custo benefício:**
 - Frej, E. A., Ekel, P., & de Almeida, A. T. A Benefit-To-Cost Ratio Based Approach For Portfolio Selection Under Multiple Criteria With Incomplete Preference Information. **Information Sciences**. v. 545, p. 487-498. 2021.
- **FITradeoff – problemática de portfólio combinatório:**
 - Marques, A. C., Frej, E. A., & de Almeida, A. T. Multicriteria decision support for project portfolio selection with the FITradeoff method. **Omega**, 111, 102661. 2022.