

Aula S7

ROTEIRO DA AULA S7

Comentários sobre a 2ª fase do projeto

- Definição dos critérios de avaliação ou de mérito.
- Avaliação das soluções e determinação de seus méritos segundo os critérios adotados.
- Escolha da solução final.
- Especificação da solução final.

| | | | |
|-----------|---------------------|-----------------------------------|---|
| 6 | 2/mai | S6 | Avaliação competição intergrupos. Segunda Fase do Projeto Temático – Formação de grupos |
| | 9/mai | | Visita |
| 7 | 23/mai | S7 | Segunda Fase do Projeto Temático Estabelecimento de Critérios. Escolha e avaliação de soluções |
| 8 | 30/mai | S8 | Estabelecimento de Critérios. Escolha e Avaliação das Soluções Especificação da solução. |
| 9 | 6/jun | S9 | Competição intergrupos. |
| 10 | 13/jun | S10 | Avaliação competição intergrupos |
| 11 | 20/jun | S11 | Finalização do projeto. |
| 12 | 27/jun | S12 | Apresentação do projeto. Avaliação da disciplina e distribuição de prêmios. |
| 13 | 7/jul 13h10 | S13 | Avaliação individual. |
| | 14/jul 13h10 | Atividade Substitutiva | Aos alunos que faltarem a uma das competições, S12 ou S13 (só substitui uma). |

Aula S7

Tarefa para a aula S7

Os grupos novos devem preparar um Relatório Prévio (rascunho) a partir da integração e aperfeiçoamento dos relatórios da 1ª fase, com proposta de critérios de mérito para avaliar as soluções, para discussão na próxima aula.

| | |
|---|----------------|
| 1 | ALEX CERQUEIRA |
|---|----------------|

| | |
|---|--------------|
| 1 | EDUARDO LIMA |
|---|--------------|

| | |
|---|-----------------|
| 1 | GUSTAVO DE LIMA |
|---|-----------------|

| | |
|---|------------------|
| 1 | KAIQUE RODRIGUES |
|---|------------------|

| | |
|---|-----------------|
| 1 | NICOLLAS CASTRO |
|---|-----------------|

| | |
|---|---------------|
| 1 | YASMIN AGUIAR |
|---|---------------|

| | |
|---|---------------|
| 2 | ALINE PEREIRA |
|---|---------------|

| | |
|---|---------------|
| 2 | ENRICO SIMONI |
|---|---------------|

| | |
|---|--------------------|
| 2 | HENRIQUE LEVENTHAL |
|---|--------------------|

| | |
|---|------------------|
| 2 | LUANA DOS SANTOS |
|---|------------------|

| | |
|---|-------------|
| 2 | PEDRO NUNES |
|---|-------------|

| | |
|---|--|
| 2 | |
|---|--|

| | |
|---|----------------|
| 3 | ANGELA RINALDI |
|---|----------------|

| | |
|---|-----------------|
| 3 | GABRIEL SINZATO |
|---|-----------------|

| | |
|---|---------------|
| 3 | ICARO GOULART |
|---|---------------|

| | |
|---|------------------|
| 3 | LUCAS DOS SANTOS |
|---|------------------|

| | |
|---|---------------|
| 3 | PAULA PEREIRA |
|---|---------------|

| | |
|---|--------------|
| 3 | TOMAZ GURGEL |
|---|--------------|

| | |
|---|-----------------|
| 4 | ARTHUR WINIAWER |
|---|-----------------|

| | |
|---|-------------------|
| 4 | GABRIELA YAMASAKI |
|---|-------------------|

| | |
|---|---------------|
| 4 | JOÃO DA COSTA |
|---|---------------|

| | |
|---|---------------|
| 4 | LUCAS MARTINS |
|---|---------------|

| | |
|---|----------------|
| 4 | LUIS BELIZARIO |
|---|----------------|

| | |
|---|---------------|
| 4 | VICTOR ARANHA |
|---|---------------|

| | |
|---|-------------|
| 5 | ATHANIS HSU |
|---|-------------|

| | |
|---|--------------------|
| 5 | GUILHERME LOURENZI |
|---|--------------------|

| | |
|---|--------------------|
| 5 | ISABELLA BIANCHINI |
|---|--------------------|

| | |
|---|--------------|
| 5 | LUIS MACHADO |
|---|--------------|

| | |
|---|-------------|
| 5 | SILWEN WANG |
|---|-------------|

| | |
|---|----------------|
| 5 | WILLIAM DA LUZ |
|---|----------------|

| | |
|---|------------------|
| 6 | BEATRIZ DA SILVA |
|---|------------------|

| | |
|---|-------------------|
| 6 | GUILHERME TONETTI |
|---|-------------------|

| | |
|---|------------|
| 6 | JORGE DIAS |
|---|------------|

| | |
|---|---------------|
| 6 | KAIK LOUREIRO |
|---|---------------|

| | |
|---|------------|
| 6 | LUIZ GOMES |
|---|------------|

| | |
|---|---------------------|
| 6 | VICTORIA DOS SANTOS |
|---|---------------------|

| | |
|---|---------------|
| 7 | CAIO DA SILVA |
|---|---------------|

| | |
|---|--------------------|
| 7 | GUILHERME DE SOUZA |
|---|--------------------|

| | |
|---|-------------------|
| 7 | GUILHERME SALOMÃO |
|---|-------------------|

| | |
|---|-------------|
| 7 | JULIA GOMES |
|---|-------------|

| | |
|---|--------------|
| 7 | MARCELA CHEN |
|---|--------------|

| | |
|---|------------------|
| 7 | VINICIUS DONADON |
|---|------------------|

DIA 2/5/2023
Novos grupos

| | |
|---|-------------|
| 8 | BRUNO RAMOS |
|---|-------------|

| | |
|---|-------------|
| 8 | CAIO AGUIAR |
|---|-------------|

| | |
|---|------------------------|
| 8 | DIEGO DE CASTRO E MELO |
|---|------------------------|

| | |
|---|--------------------|
| 8 | GUSTAVO DOS SANTOS |
|---|--------------------|

| | |
|---|---------------|
| 8 | LAIS MONTESSO |
|---|---------------|

| | |
|---|-----------------|
| 8 | MIGUEL DA SILVA |
|---|-----------------|

| | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Formatação | | | | | | | | | |
| NOTA (peso 1,0) | | | | | | | | | |
| Resumo executivo | | | | | | | | | |
| NOTA (peso 1,0) | | | | | | | | | |
| Problema e soluções | | | | | | | | | |
| variedade e criatividade | | | | | | | | | |
| justificativas | | | | | | | | | |
| NOTA (peso 2,0) | | | | | | | | | |
| Método de quantificação | | | | | | | | | |
| descrição sucinta da escala | | | | | | | | | |
| justificativa dos pesos relativos | | | | | | | | | |
| aplicação correta | | | | | | | | | |
| NOTA (peso 1,5) | | | | | | | | | |
| Matriz de decisão | | | | | | | | | |
| justificativa da utilização da matriz | | | | | | | | | |
| aplicação correta e matriz | | | | | | | | | |
| escolha da solução | | | | | | | | | |
| NOTA (peso 2,0) | | | | | | | | | |
| Especificação da solução | | | | | | | | | |
| descrição detalhada da solução | | | | | | | | | |
| quantificações | | | | | | | | | |
| custos | | | | | | | | | |
| implementação | | | | | | | | | |
| NOTA (peso 2,0) | | | | | | | | | |
| Conclusões/recomendações | | | | | | | | | |
| alcance do objetivo | | | | | | | | | |
| custo e benefícios | | | | | | | | | |
| NOTA (peso 0,5) | | | | | | | | | |
| SOMA | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | | | | | | | | |
| NORMALIZAÇÃO para 0,75 | #### | #### | #### | #### | ### | ### | ### | ### | # |

Aula S7

Definição de critérios de avaliação.

- Em casa, cada grupo fez uma primeira lista de critérios de avaliação das soluções; cada grupo pode ler os critérios propostos.
- Discussão com toda turma sobre os critérios, verificando a aplicabilidade face aos dados disponíveis e às limitações de conhecimento técnico dos alunos.
- Questionar se os critérios são suficientes para avaliar as alternativas existentes para cada uso final considerado.

Aula S7

- Podem ser sugeridos alguns critérios de avaliação específicos. Fazer uma definição inicial dos critérios de mérito que serão usados na avaliação das soluções.
- Considerar os aspectos técnicos, econômicos, sociais e ambientais.
- Trabalhar em grupos, segundo a nova formação definida para a 2ª Fase.

Aula S7

Procedimento para determinar o mérito das soluções

Discutir:

- a) a uniformização das escalas de valores relativas a diferentes critérios;
- b) a escala de importância dos critérios e atribuição de pesos a cada um, para determinação do mérito das soluções.

Aula S7

Consolidação dos critérios

- Cada grupo revê os critérios propostos, eliminando aqueles que não se aplicam e acrescentando outros julgados pertinentes.
- Em seguida os grupos devem estabelecer uma hierarquia entre os critérios, atribuindo a cada um deles um peso associado à sua importância na definição da solução.

Aula S7

Simulação da escolha da solução

- Fazer uma “simulação” da escolha da solução com base nos critérios adotados. Procurar avaliar cada solução proposta segundo cada critério estabelecido. Serve para que se verifique a existência de todos os dados necessários para avaliar cada solução ou se a atribuição de pesos foi adequada ou ainda se a escala de notas é consistente para distinguir claramente o mérito das soluções.

Aula S7

Definição dos próximos passos

- Os alunos devem ler os arquivos “como avaliar as soluções?” no site da disciplina.
- Os grupos devem preparar para a próxima aula a primeira parte do relatório da 2a fase, enunciando e justificando os critérios e pesos adotados. Devem também aprofundar a avaliação das alternativas de acordo com cada critério, justificando as notas atribuídas.

Aula S7

Avaliação de soluções:

- **Complemento da S7**
- **Exemplo 2 de matriz de decisão**

Análise das Decisões na Incerteza Aplicada à Administração - RAD 5016

Analytic Hierarchy Process (AHP): Método de Análise Hierárquica

Prof^a. Dr^a. Sonia V. W. Borges de Oliveira

Professora FEARP USP

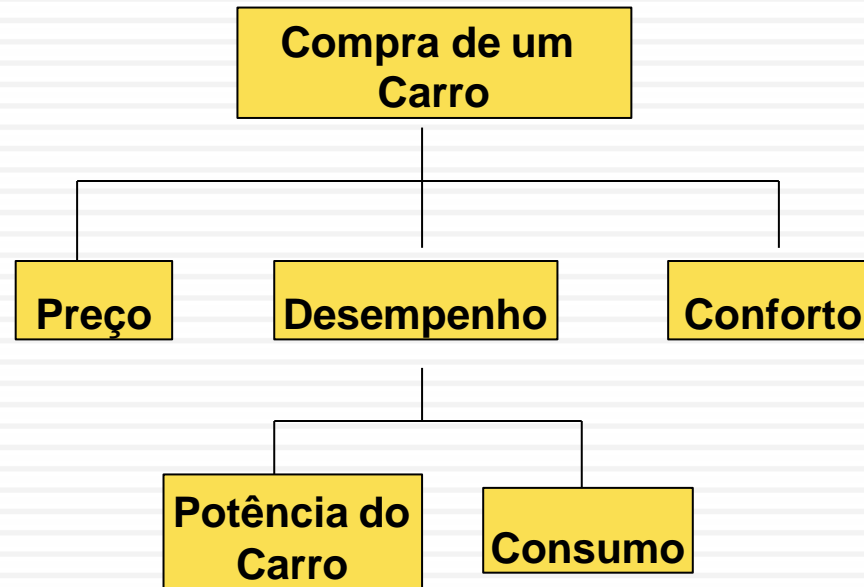
Secretária do Meio Ambiente de Ribeirão Preto

Método de Análise Hierárquica (AHP)

- Foi desenvolvido em 1971, pelo Prof. Dr. Thomas Saaty
- É uma técnica de análise de decisão e planejamento de múltiplos critérios
- É um método capaz de estabelecer medidas, tanto para os critérios objetivos, como para os critérios subjetivos
- Restrições: usar de 3 a 9 critérios

Método de Análise Hierárquica (AHP)

- O AHP se caracteriza pela capacidade de analisar um problema de tomada de decisão, através da construção de níveis hierárquicos:

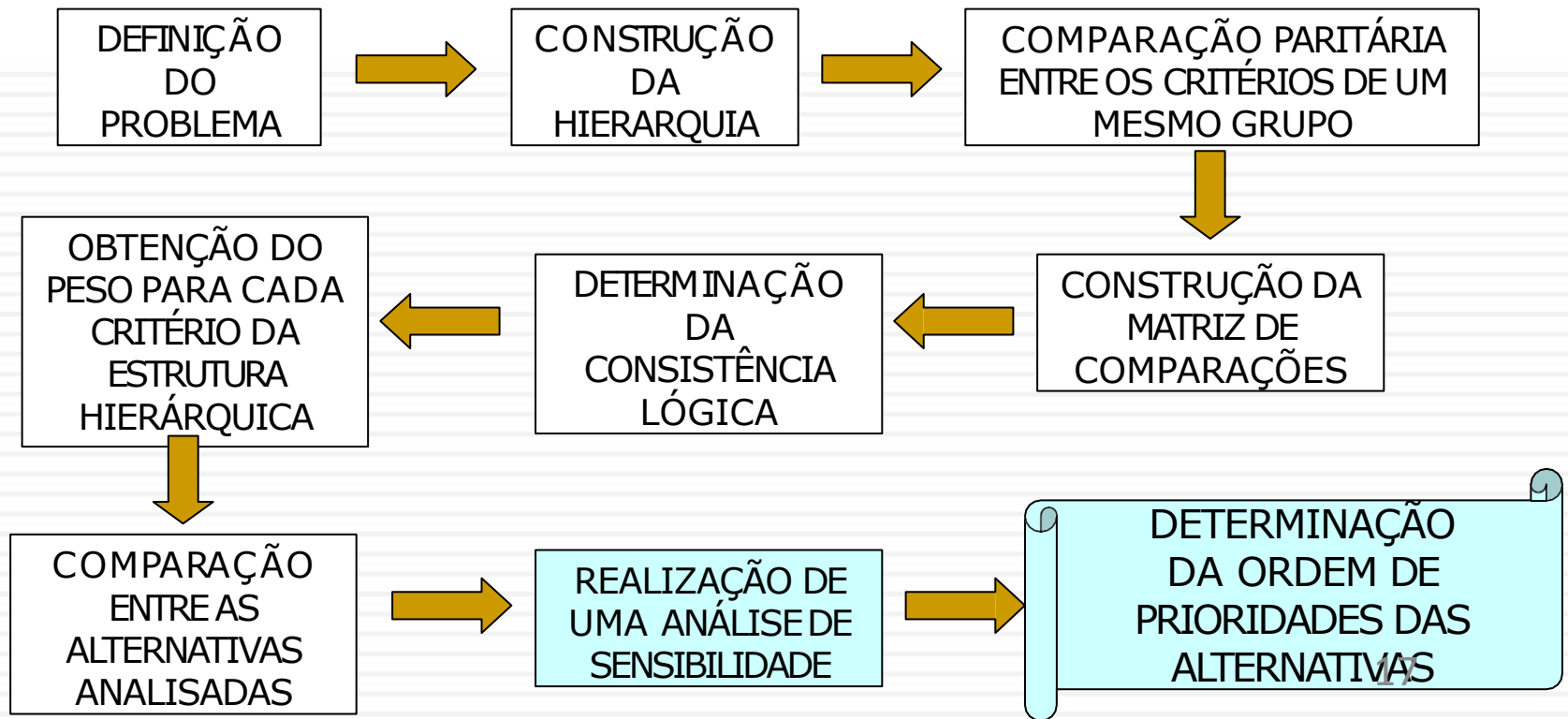


Método de Análise Hierárquica (AHP)

- A difusão e o poder do AHP se devem, principalmente, às seguintes características:
 - a simplicidade na aplicação;
 - a naturalidade no trato de aspectos subjetivos; e
 - a flexibilidade do uso.

Método de Análise Hierárquica (AHP)

- Etapas:



Definição do Problema

- Um Engenheiro Civil recebeu duas ofertas de emprego (Emprego 1 e 2).
- Ele reside atualmente na cidade de Campinas, mas está disposto a mudar de cidade, caso as vantagens oferecidas por outros fatores sejam melhores.
- Para realizar a escolha do melhor emprego, ele considerou os seguintes fatores ou critérios: salário, oportunidade de progresso profissional, localização e custo de vida no local de trabalho.
- Em seguida, foram recolhidos alguns dados complementares, para auxiliar na avaliação na tomada de decisão (Adaptado de Jordão e Pereira, 2006):

18

Dados do Problema

| Crêterios | Emprego 1 | Emprego 2 |
|--------------------------------|------------------|------------------|
| C1 - Salário Anual | \$ 14.000 | \$ 21.000 |
| C2 - Oportunidade profissional | Alta | Baixa |
| C3 - Localização | São Paulo | Campinas |
| C4 - Custo de Vida | Alto | Baixo 19 |

Construção da estrutura hierárquica em 3 níveis



Comparação paritária dos critérios:

Escala de Comparação

1. Igualmente preferível
2. Igualmente para moderadamente preferível
3. Moderadamente preferível
4. Moderadamente para fortemente preferível
5. Fortemente preferível
6. Fortemente para muito fortemente preferível
7. Muito fortemente preferível
8. Muito fortemente para extremamente preferível
9. Extremamente preferível

Matrizes de Comparação

- Devem ser criadas matrizes quadradas para cada Critério
- Preferência por salário (C1):

| C1 | Emprego 1 | Emprego 2 |
|-----------|-----------|-----------|
| Emprego 1 | 1 | 1/6 |
| Emprego 2 | 6 | 1 |

Dados do Problema

| Crêterios | Emprego 1 | Emprego 2 |
|--------------------------------|------------------|------------------|
| C1 - Salário Anual | \$ 14.000 | \$ 21.000 |
| C2 - Oportunidade profissional | Alta | Baixa |
| C3 - Localização | São Paulo | Campinas |
| C4 - Custo de Vida | Alto | Baixo 23 |

Matrizes de Comparação

- Preferência por Oportunidade Profissional (C2):

| C2 | Emprego 1 | Emprego 2 |
|-----------|-----------|-----------|
| Emprego 1 | 1 | 8 |
| Emprego 2 | 1/8 | 1 |

- Preferência por Localização (C3):

| C3 | Emprego 1 | Emprego 2 |
|-----------|-----------|-----------|
| Emprego 1 | 1 | 1/5 |
| Emprego 2 | 5 | 1 |

Dados do Problema

| Crêterios | Emprego 1 | Emprego 2 |
|--------------------------------|------------------|------------------|
| C1 - Salário Anual | \$ 14.000 | \$ 21.000 |
| C2 - Oportunidade profissional | Alta | Baixa |
| C3 - Localização | São Paulo | Campinas |
| C4 - Custo de Vida | Alto | Baixo 25 |

Matrizes de Comparação

- Preferência por Custo de Vida (C4):

| C4 | Emprego 1 | Emprego 2 |
|-----------|-----------|-----------|
| Emprego 1 | 1 | 4 |
| Emprego 2 | 1/4 | 1 |

- Obs: está assim no original, apesar do custo de vida do Emprego 2 ser baixo!

Dados do Problema

| Crêterios | Emprego 1 | Emprego 2 |
|--------------------------------|------------------|------------------|
| C1 - Salário Anual | \$ 14.000 | \$ 21.000 |
| C2 - Oportunidade profissional | Alta | Baixa |
| C3 - Localização | São Paulo | Campinas |
| C4 - Custo de Vida | Alto | Baixo 27 |

Normalizar as Matrizes de Comparação

- Dividir cada elemento da matriz pela soma da coluna a que pertence:

| C1 | Emprego 1 | Emprego 2 |
|-----------|-----------|-----------|
| Emprego 1 | 1 | 1/6 |
| | + | + |
| Emprego 2 | 6 | 1 |
| | = | = |
| | 7 | 7/6 |



| C1 | Emprego 1 | Emprego2 |
|-----------|---------------|---------------------|
| Emprego 1 | $1 / 7 = 1/7$ | $(1/6)/(7/6) = 1/7$ |
| | + | + |
| Emprego 2 | $6/7=6/7$ | $1 / (7/6) = 6/7$ |
| | = | = |
| | 1 | 1 |

Normalizar as Matrizes de Comparação

| C2 | Emprego 1 | Emprego 2 |
|-----------|-----------|-----------|
| Emprego 1 | 1 + | 8 + |
| Emprego 2 | 1/8 | 1 |
| | = 9/8 | = 9 |

| C2 | Emprego 1 | Emprego2 |
|-----------|--------------------|----------------|
| Emprego 1 | $1/(9/8)=8/9$ + | $8/9=8/9$ + |
| Emprego 2 | $(1/8)/(9/8)=1/9$ | $1/9=1/9$ |
| | = 1 | = 1 |

| C3 | Emprego 1 | Emprego 2 |
|-----------|-----------|-----------|
| Emprego 1 | 1 + | 1/5 + |
| Emprego 2 | 5 | 1 |
| | = 6 | = 6/5 |

| C3 | Emprego 1 | Emprego2 |
|-----------|----------------|------------------------|
| Emprego 1 | $1/6=1/6$ + | $(1/5)/(6/5)=1/6$ + |
| Emprego 2 | $5/6=5/6$ | $1/(6/5)=5/6$ |
| | = 1 | = 1 |

Normalizar as Matrizes de Comparação

| C4 | Emprego 1 | Emprego 2 |
|-----------|-----------|-----------|
| Emprego 1 | 1 | 4 |
| | + | + |
| Emprego 2 | 1/4 | 1 |
| | = | = |
| | 5/4 | 5 |

| C4 | Emprego 1 | Emprego2 |
|-----------|-------------------|-----------|
| Emprego 1 | $1/(5/4)=4/5$ | $4/5=4/5$ |
| | + | + |
| Emprego 2 | $(1/4)/(5/4)=1/5$ | $1/5=1/5$ |
| | = | = |
| | 1 | 1 |

Cálculo da Média do Critério

- Converte-se as frações em decimais e encontra-se a média aritmética de cada linha da matriz normalizada:

| C1 | Emprego 1 | | Emprego 2 | | Média |
|-----------|---------------------|---|---------------------|---|-------|
| Emprego 1 | $1/7 \approx 0,143$ | + | $1/7 \approx 0,143$ | = | 0,143 |
| Emprego 2 | $6/7 \approx 0,857$ | + | $6/7 \approx 0,857$ | = | 0,857 |

Cálculo da Média do Critério

| C2 | Emprego 1 | | Emprego 2 | | Média |
|-----------|---------------------|---|---------------------|---|-------|
| Emprego 1 | $8/9 \approx 0,889$ | + | $8/9 \approx 0,889$ | = | 0,889 |
| Emprego 2 | $1/9 \approx 0,111$ | + | $1/9 \approx 0,111$ | = | 0,111 |

| C3 | Emprego 1 | | Emprego 2 | | Média |
|-----------|---------------------|---|---------------------|---|-------|
| Emprego 1 | $1/6 \approx 0,167$ | + | $1/6 \approx 0,167$ | = | 0,167 |
| Emprego 2 | $5/6 \approx 0,833$ | + | $5/6 \approx 0,833$ | = | 0,833 |

| C4 | Emprego 1 | | Emprego 2 | | Média |
|-----------|---------------------|---|---------------------|---|-------|
| Emprego 1 | $4/5 \approx 0,800$ | + | $4/5 \approx 0,800$ | = | 0,800 |
| Emprego 2 | $1/5 \approx 0,200$ | + | $1/5 \approx 0,200$ | = | 0,200 |

Matriz de Preferências

- As linhas são as alternativas
- As colunas são os critérios

| | C1 | C2 | C3 | C4 |
|------------------|-------|-------|-------|-------|
| Emprego 1 | 0,143 | 0,889 | 0,167 | 0,800 |
| Emprego 2 | 0,857 | 0,111 | 0,833 | 0,200 |

Matriz de Comparação dos Critérios

- Continua-se com o nível dos critérios:

| | C1 | C2 | C3 | C4 |
|--------------------|----|-----|-----|-----|
| C1 - Salário | 1 | 1/7 | 1/3 | 1/2 |
| C2 - Oportunidade | 7 | 1 | 5 | 5 |
| C3 - Localização | 3 | 1/5 | 1 | 3 |
| C4 - Custo de vida | 2 | 1/5 | 1/3 | 1 |

Normalização dos Critérios

- Cálculo dos somatórios das colunas

| | C1 | C2 | C3 | C4 |
|--------------------|----|-------|------|------|
| C1 - Salário | 1 | 1/7 | 1/3 | 1/2 |
| | + | + | + | + |
| C2 - Oportunidade | 7 | 1 | 5 | 5 |
| | + | + | + | + |
| C3 - Localização | 3 | 1/5 | 1 | 3 |
| | + | + | + | + |
| C4 - Custo de vida | 2 | 1/5 | 1/3 | 1 |
| | = | = | = | = |
| Totais | 13 | 54/35 | 20/3 | 19/2 |

35

Normalização dos Critérios

- Dividir cada elemento pelo somatório da respectiva coluna:

| | C1 | C2 | C3 | C4 |
|--------------------|------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|
| C1 - Salário | $1/13=1/13$ + | $(1/7)/(54/35)=5/54$ + | $(1/3)/(20/3)=1/20$ + | $(1/2)/(19/2)=1/19$ + |
| C2 - Oportunidade | $7/13=7/13$ + | $1/(54/35)=35/54$ + | $5/(20/3)=3/4$ + | $5/(19/2)=10/19$ + |
| C3 - Localização | $3/13=3/13$ + | $(1/5)/(54/35)=7/54$ + | $1/(20/3)=3/20$ + | $3/(19/2)=6/19$ + |
| C4 - Custo de vida | $2/13=2/13$ | $(1/5)/(54/35)=7/54$ | $(1/3)/(20/3)=1/20$ | $1/(19/2)=2/19$ |
| Totais | = 1 | = 1 | = 1 | = 1 |

Cálculo da Média dos Critérios

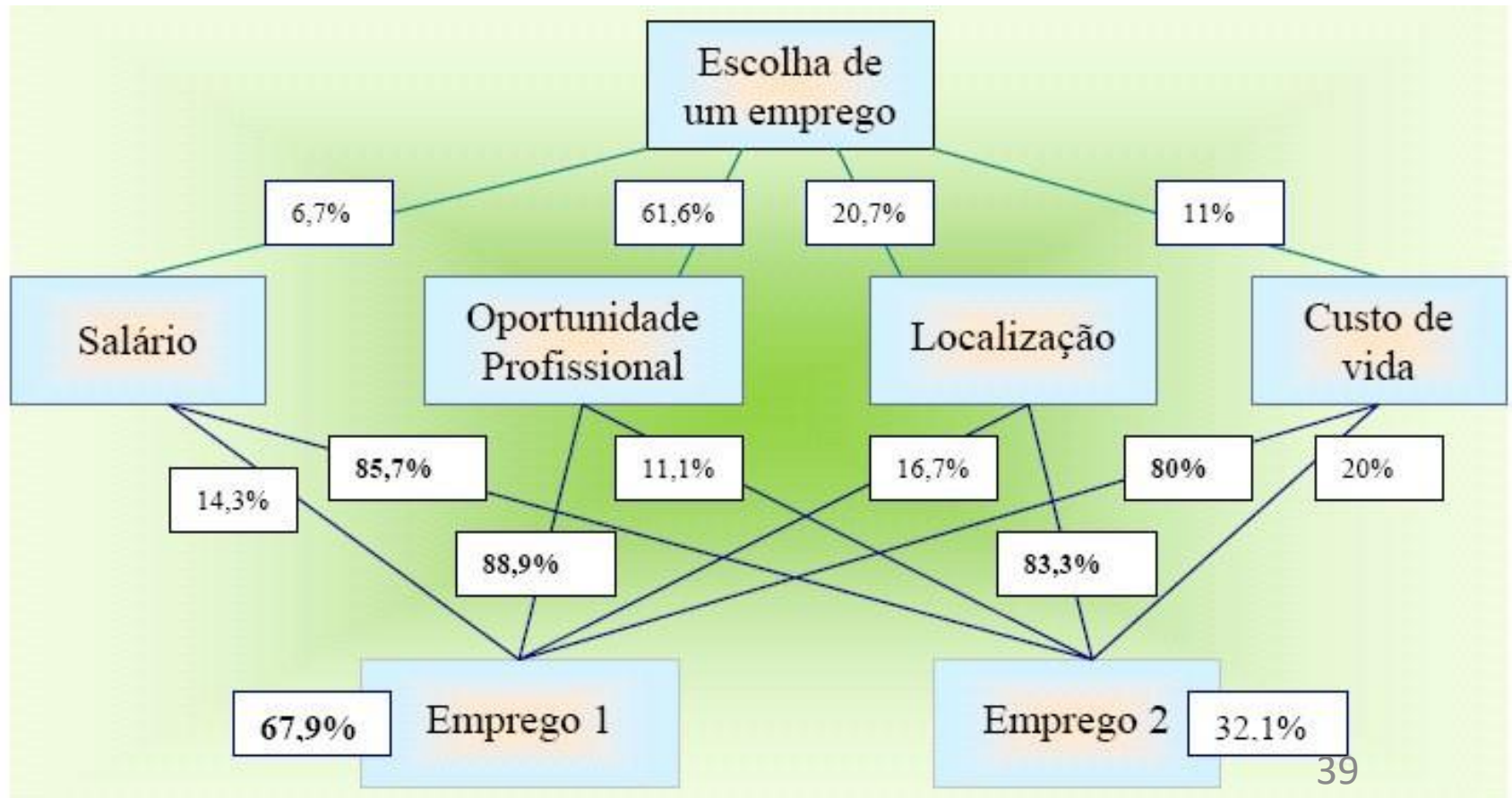
| | C1 | | C2 | | C3 | | C4 | | Média |
|--------|----------------------|---|-----------------------|---|----------------------|---|-----------------------|---|-------|
| C1 | $1/13 \approx 0,077$ | + | $5/54 \approx 0,092$ | + | $1/20 \approx 0,050$ | + | $1/19 \approx 0,053$ | = | 0,067 |
| C2 | $7/13 \approx 0,538$ | + | $35/54 \approx 0,648$ | + | $3/4 \approx 0,75$ | + | $10/19 \approx 0,526$ | = | 0,616 |
| C3 | $3/13 \approx 0,231$ | + | $7/54 \approx 0,130$ | + | $3/20 \approx 0,15$ | + | $6/19 \approx 0,316$ | = | 0,207 |
| C4 | $2/13 \approx 0,154$ | + | $7/54 \approx 0,130$ | + | $1/20 \approx 0,05$ | + | $2/19 \approx 0,105$ | = | 0,110 |
| Totais | 1,000 | | 1,000 | | 1,000 | | 1,000 | | 1,000 |

Cálculo do Resultado Final!

- Multiplicar a matriz de preferências pela média dos critérios: quantificação final de cada alternativa

| | C1 | C2 | C3 | C4 | | Média | | Resultado |
|------------------|-------|-------|-------|-------|---|--------------|---|--------------|
| Emprego 1 | 0,143 | 0,889 | 0,167 | 0,800 | X | 0,067 | = | 0,679 |
| Emprego 2 | 0,857 | 0,111 | 0,833 | 0,200 | | 0,616 | | 0,321 |
| | | | | | | 0,207 | | |
| | | | | | | <u>0,110</u> | | |

Estrutura Hierárquica com a Solução



Expert Choice 11.5

- Pioneira no desenvolvimento de programas para o método AHP
- Modela automaticamente as matrizes de comparação, conforme a hierarquia de decisão definida pelo usuário
- Reconhecido pela sua eficácia no tratamento de problemas de decisão
- Ver:
<http://www.expertchoice.com/products/ec11.html>

Super Decisions

- Utiliza o Método de Análise em Redes (ANP – *Analytic Network Process*), também desenvolvido por SAATY (1996)
- Para problemas em que existem relações de dependência entre elementos de um mesmo nível hierárquico
- Pode ser usado em uma variedade de decisões:
 - marketing, medicina, política, social, previsão e prognóstico etc.
- Ver: <http://www.superdecisions.com/>

Bibliografia

- JORDÃO, Bruno Miguel da Cruz ; PEREIRA, Susete Rodrigues. **A Análise Multicritério na Tomada de Decisão - O Método Analítico Hierárquico de T. L. Saaty: Desenvolvimento do método com recurso à análise de um caso prático explicado ponto a ponto.** Instituto Politécnico de Coimbra, 2006.
- SAATY, T. L. **Método de análise hierárquica.** 1991. São Paulo: Makron, 1991. 367 p.

<https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=18GWVtVAAzs>

| | | | | | | | | |
|---------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Formatação | | | | | | | | |
| NOTA (peso 1,0) | | | | | | | | |
| Resumo executivo | | | | | | | | |
| NOTA (peso 1,0) | | | | | | | | |
| Problema e soluções | | | | | | | | |
| variedade e criatividade | | | | | | | | |
| justificativas | | | | | | | | |
| NOTA (peso 2,0) | | | | | | | | |
| Método de quantificação | | | | | | | | |
| descrição sucinta da escala | | | | | | | | |
| justificativa dos pesos relativos | | | | | | | | |
| aplicação correta | | | | | | | | |
| NOTA (peso 1,5) | | | | | | | | |
| Matriz de decisão | | | | | | | | |
| justificativa da utilização da matriz | | | | | | | | |
| aplicação correta e matriz | | | | | | | | |
| escolha da solução | | | | | | | | |
| NOTA (peso 2,0) | | | | | | | | |
| Especificação da solução | | | | | | | | |
| descrição detalhada da solução | | | | | | | | |
| quantificações | | | | | | | | |
| custos | | | | | | | | |
| implementação | | | | | | | | |
| NOTA (peso 2,0) | | | | | | | | |
| Conclusões/recomendações | | | | | | | | |
| alcance do objetivo | | | | | | | | |
| custo e benefícios | | | | | | | | |
| NOTA (peso 0,5) | | | | | | | | |
| SOMA | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | | | | | | | |
| NORMALIZAÇÃO para 0,75 | #### | #### | #### | #### | ### | ### | ### | ### |

| | | | |
|-----------|---------------------|-----------------------------------|---|
| 6 | 2/mai | S6 | Avaliação competição intergrupos. Segunda Fase do Projeto Temático – Formação de grupos |
| | 9/mai | | Visita |
| 7 | 23/mai | S7 | Segunda Fase do Projeto Temático Estabelecimento de Critérios. Escolha e avaliação de soluções |
| 8 | 30/mai | S8 | Estabelecimento de Critérios. Escolha e Avaliação das Soluções Especificação da solução. |
| 9 | 6/jun | S9 | Competição intergrupos. |
| 10 | 13/jun | S10 | Avaliação competição intergrupos |
| 11 | 20/jun | S11 | Finalização do projeto. |
| 12 | 27/jun | S12 | Apresentação do projeto. Avaliação da disciplina e distribuição de prêmios. |
| 13 | 7/jul 13h10 | S13 | Avaliação individual. |
| | 14/jul 13h10 | Atividade Substitutiva | Aos alunos que faltarem a uma das competições, S12 ou S13 (só substitui uma). |

Crêterios de Avaliação

Quantitativos

Escala de valores objetiva (tangível)

Qualitativos

Escala de valores subjetiva (intangível)

Múltiplos tomadores de decisão

Visão diferente dos decisores

Importância relativa entre os cr terios

Critérios Quantitativos

■ Exemplo

| Solução | Tempo Implantação (dias) | Custo (R\$) | Economia (m3/dia) |
|---------|--------------------------------|-------------|----------------------|
| 1 | 5 | 10.000,00 | 20 |
| 2 | 12 | 800,00 | 12 |
| 3 | 7 | 500,00 | 5 |
| 4 | 35 | 5.000,00 | 30 |
| 5 | 10 | 12.000,00 | 80 |

| | | | |
|-------------------|---|---|---|
| Melhor Solução | 1 | 3 | 5 |
|-------------------|---|---|---|

Qual é, de fato, a melhor solução?

Critérios Qualitativos

Exemplo

| Solução | Estética | Aceitação dos Usuários | Impacto Ambiental |
|---------|-------------|------------------------|-------------------|
| 1 | Bonito | Baixa | Médio |
| 2 | Feio | Alta | Nulo |
| 3 | Indiferente | Alta | Médio |
| 4 | Horrível | Muito Alta | Baixo |
| 5 | Bonito | Indiferente | Baixo |

| | | | |
|----------------|--------|---|---|
| Melhor Solução | 1 ou 5 | 4 | 2 |
|----------------|--------|---|---|

Critérios

Necessidade de estabelecimento de métrica

Valores **mínimo** e **máximo**

Objetivo: **agregação de valor**

Baixo custo (▼) → Alta importância (▲)

Alto impacto ambiental (▲) → Baixo interesse para o projeto (▼)

Como comparar R\$ 50,00 x R\$ 30.000,00 ?

Por meio de uma escala

Critérios / Escala

Exemplo – Critério Quantitativo
Como atribuir as notas na escala?

| Tempo Implantação (dias) | Nota 1 | Nota 2 | Nota 3 |
|---|---------------|---------------|---------------|
| 5 | 10,0 | 10,0 | 10,0 |
| 7 | 8,0 | 7,5 | 7,1 |
| 10 | 6,0 | 5,0 | 5,0 |
| 12 | 4,0 | 2,5 | 4,2 |
| 35 | 2,0 | 0,0 | 1,4 |

Escala de 2 a 10 ou 0 a 10

*Considera a
proporcionalidade*

Critérios / Escala

Exemplo – Critério Qualitativo

| Estética | Escala |
|-------------|--------|
| Bonito | 10,0 |
| Indiferente | 6,7 |
| Feio | 3,3 |
| Horrrível | 0,0 |

Avaliação de Soluções

INTRODUÇÃO

São utilizados diversos critérios para avaliar as soluções propostas.

Atribuição de pesos aos critérios.

Atribuição de notas às soluções para cada um dos critérios.

MATRIZ DE DECISÃO

Consiste em selecionar a melhor alternativa pela determinação da maior média ponderada das notas.

Devido à dificuldade e subjetividade para atribuir pesos e avaliar soluções, a matriz de decisão possui algumas limitações.

Existem propostas para aperfeiçoar a matriz de decisão, como o método de análise hierárquica(AHP).

MÉTODO AHP

Estruturação do problema (Definição dos objetivos, critérios de avaliação e alternativas de solução).

Comparação dos elementos (critérios e alternativas) dois a dois

Atribuição de pesos aos critérios.

Atribuição de notas às soluções para cada um dos critérios

Exemplo de aplicação do método AHP

Tabela 17 Comparação entre Critérios

| Preferência relativa de importância | Nota relativa |
|--|----------------------|
| extremamente mais importante | 9,8 |
| muito mais importante | 7,6 |
| Mais importante | 5,4 |
| moderadamente mais importante | 3,2 |
| Igualmente importante | 1 |

Tabela 18 Comparação entre Soluções

| Qualificação da preferência | Índice quantitativo |
|------------------------------------|----------------------------|
| extremamente acentuada | 9; 8 |
| muito acentuada | 7; 6 |
| acentuada | 5; 4 |
| moderada | 3; 2 |
| indiferente | 1 |

MATRIZ DE COMPARAÇÃO

Características de seus elementos

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

Exemplo de aplicação do método AHP

Em um projeto para redução do consumo de energia elétrica, são comparadas três alternativas para iluminação.

Tabela 16 Características das Soluções

| | Vapor de mercúrio | Vapor de sódio | Incandescente |
|------------------|-------------------|----------------|---------------|
| Potência (W) | 125 | 70 | 250 |
| Durabilidade (h) | 12.000 | 16.000 | 2.000 |
| Custo (R\$) | 220,00 | 260,00 | 5,00 |

Exemplo de aplicação do método AHP

Este procedimento pressupõe uma comparação, tanto entre os critérios, como entre as soluções, aos pares.

Partindo de avaliações qualitativas procede-se a uma quantificação desta preferência.

| Preferência relativa de importância | Nota relativa |
|--|----------------------|
| extremamente mais importante | 9,8 |
| muito mais importante | 7,6 |
| Mais importante | 5,4 |
| moderadamente mais importante | 3,2 |
| Igualmente importante | 1 |

| Qualificação da preferência | índice quantitativo |
|------------------------------------|----------------------------|
| extremamente acentuada | 9; 8 |
| muito acentuada | 7; 6 |
| acentuada | 5; 4 |
| moderada | 3; 2 |
| indiferente | 1 |

Crêterios de Avaliação

Crêterios relevantes

Cuidado com as redundâncias

Crêterios que não abordam aspectos essencialmente diferentes

...

Exemplo de aplicação do método AHP

A) Critérios de decisão

Custo total

Meio ambiente

Conforto visual

Tempo da troca

Exemplo de aplicação do método AHP

B) Aplicação do Procedimento de Avaliação

B1) Ponderação dos critérios

B2) Avaliação das soluções

B3) Ordenação das Alternativas

Comparação entre Critérios

| Preferência relativa de importância | Nota relativa |
|-------------------------------------|---------------|
| extremamente mais importante | 9,8 |
| muito mais importante | 7,6 |
| Mais importante | 5,4 |
| moderadamente mais importante | 3,2 |
| Igualmente importante | 1 |

B1) Ponderação dos critérios

Comparação de critérios

compara-se o critério que aparece em cada linha com cada um que aparece nas colunas

Exemplo 1: Custo é considerado moderadamente mais importante que Meio Ambiente

na célula (1,2) colocamos a nota "2" e, por consequência, na célula simétrica (2,1) colocamos " $\frac{1}{2}=0,5$ "

B1) Ponderação dos critérios

**Exemplo 2: “Visual” é mais importante que
“Meio Ambiente**

na célula (3,2) coloca-se 5 e na célula (2,3) =>
 $1/5=0,2$

Na diagonal tem-se tudo igual a 1

B1) Ponderação dos critérios

Construção da tabela para comparação dos critérios

Tabela 19 - Comparação de critérios

| | custo | MA | visual | troca |
|--------|-------|-------|--------|-------|
| Custo | 1,00 | 2,00 | 0,33 | 0,17 |
| MA | 0,50 | 1,00 | 0,20 | 0,13 |
| Visual | 3,00 | 5,00 | 1,00 | 0,20 |
| Troca | 6,00 | 8,00 | 5,00 | 1,00 |
| | 10,50 | 16,00 | 6,53 | 1,49 |

Exemplo: “Visual” é mais importante que “Meio Ambiente(JUSTIFICAR PORQUE); portanto na célula (3,2) coloca-se 5 e na célula (2,3) coloca-se $1/5=0,2$.

NORMALIZAÇÃO DOS PESOS

Divide-se cada termo de uma coluna pela soma dos termos da coluna

Calcula-se a média dos valores das linhas, obtendo como resultado os pesos de cada critério

Tabela 20 Normalização dos pesos

| | custo | MA | visual | troca | |
|-------------|-------|------|--------|-------|-------------------|
| custo | 0,10 | 0,13 | 0,05 | 0,11 | 0,10 |
| MA | 0,05 | 0,06 | 0,03 | 0,08 | 0,06 |
| visual | 0,29 | 0,31 | 0,15 | 0,13 | 0,22 |
| troca | 0,57 | 0,50 | 0,77 | 0,67 | 0,63 |
| | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| normalizada | | | | | importância média |

B2) Avaliação das soluções (Custo)

Para cada critério efetua-se a comparação das alternativas de solução (lâmpada de sódio, mercúrio e incandescente).

Exemplo: segundo o critério "Custo", a lâmpada incandescente é a melhor alternativa, sendo moderadamente preferida em relação à de vapor de mercúrio e acentuadamente em relação à de vapor de sódio.

Tabela 18 Comparação entre Soluções

| Qualificação da preferência | índice quantitativo |
|------------------------------------|----------------------------|
| extremamente acentuada | 9; 8 |
| muito acentuada | 7; 6 |
| acentuada | 5; 4 |
| moderada | 3; 2 |
| indiferente | 1 |

B2) Avaliação das soluções (Custo)

Tabela 21 Comparação das soluções do ponto de vista “custo”

| custo | sódio | mercúrio | incand | | sódio | mercúrio | incand | |
|----------|-------|----------|--------|--|-------|----------|--------|------|
| sodio | 1,00 | 0,33 | 0,20 | | 0,11 | 0,06 | 0,14 | 0,10 |
| mercúrio | 3,00 | 1,00 | 0,25 | | 0,33 | 0,19 | 0,17 | 0,23 |
| incand. | 5,00 | 4,00 | 1,00 | | 0,56 | 0,75 | 0,69 | 0,67 |
| | 9,00 | 5,33 | 1,45 | | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |

❑ A normalização das notas é feita da mesma maneira que a normalização dos critérios

B2) Avaliação das soluções (MA)

Tabela 22 Comparação das soluções do ponto de vista “meio ambiente”

| MA | sódio | mercúrio | incand | | sódio | mercúrio | incand | |
|----------|-------|----------|--------|--|-------|----------|--------|------|
| sodio | 1,00 | 3,00 | 9,00 | | 0,69 | 0,72 | 0,53 | 0,65 |
| mercúrio | 0,33 | 1,00 | 7,00 | | 0,23 | 0,24 | 0,41 | 0,29 |
| incand. | 0,11 | 0,14 | 1,00 | | 0,08 | 0,03 | 0,06 | 0,06 |
| | 1,44 | 4,14 | 17,00 | | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |

- Repete-se o procedimento para os demais critérios (meio ambiente, aspecto visual e troca)

Matriz de Decisão

Procedimento estruturado de atribuição de valor às alternativas e determinação da solução do problema segundo o peso dos critérios utilizados

B3) Ordenação das Alternativas

Para cada critério são utilizadas duas colunas: a primeira contém a nota atribuída a cada alternativa, e a segunda contém o peso relativo do critério

Assim pode-se calcular a nota ponderada de cada alternativa

Tabela 25 Ponderação Final

| | custo | | MA | | visual | | troca | | final |
|----------|-------|------|------|------|--------|------|-------|------|-------|
| sodio | 0,10 | 0,10 | 0,65 | 0,06 | 0,13 | 0,22 | 0,65 | 0,63 | 0,48 |
| mercurio | 0,23 | 0,10 | 0,29 | 0,06 | 0,24 | 0,22 | 0,29 | 0,63 | 0,28 |
| incand. | 0,67 | 0,10 | 0,06 | 0,06 | 0,63 | 0,22 | 0,06 | 0,63 | 0,24 |
| | 1,00 | | 1,00 | | 1,00 | | 1,00 | | 1,00 |

OUTRA FORMA DE COMPARAÇÃO DE CRITÉRIOS

| Critérios | Critério 1 | Critério 2 | Critério 3 | Critério 4 | Pontuação Total | Pesos Normalizados |
|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|----------------------------|-------------------------------|
| Critério 1 | - | 1 | 1 | 1 | 3 | 3/6 |
| Critério 2 | 0 | - | 0 | 1 | 1 | 1/6 |
| Critério 3 | 0 | 1 | - | 1 | 2 | 2/6 |
| Critério 4 | 0 | 0 | 0 | - | 0 | 0/6 |