

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL**

**MODELO MULTICRITÉRIO NO PROCESSO DE SELEÇÃO
DE SUBEMPREENHEIROS NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

ALEXANDRE GUIMARÃES NEUMANN

**ORIENTADOR: ANTÔNIO ALBERTO NEPOMUCENO
CO-ORIENTADORA: MARIA DE FÁTIMA SOUZA E SILVA**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM ESTRUTURAS E
CONSTRUÇÃO CIVIL**

**PUBLICAÇÃO: E.DM – 010 A/08
BRASÍLIA/DF: SETEMBRO – 2008**

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL**

**MODELO MULTICRITÉRIO NO PROCESSO DE SELEÇÃO DE
SUBEMPREGADOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

ALEXANDRE GUIMARÃES NEUMANN

**DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO DEPARTAMENTO DE
ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL DA FACULDADE DE
TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA COMO PARTE
DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU
DE MESTRE EM ESTRUTURAS E CONSTRUÇÃO CIVIL.**

APROVADA POR:

**Prof.^o Dr. Ing. Antônio Alberto Nepomuceno (ENC-UnB)
(Orientador)**

**Prof. Dr. José Luis Vital de Brito (ENC-UnB)
(Examinador Interno)**

**Prof. Dra. Sheyla Mara Baptista Serra (UFSCar)
(Examinador Externo)**

BRASÍLIA/DF, 26 DE SETEMBRO DE 2008

FICHA CATALOGRÁFICA

NEUMANN, ALEXANDRE GUIMARÃES

Modelo Multicritério no Processo de Seleção de Subempreiteiros na Construção Civil
x, 158p., (ENC/FT/UnB, Mestre, Estruturas e Construção Civil, 2008). Dissertação
de Mestrado – Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia.

Departamento de Engenharia Civil e Ambiental.

1. Modelo Multicritério

2. Subempreiteiros

3. Apoio à Decisão

4. Seleção

I. ENC/FT/UnB

II. Título

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

NEUMANN, A. G. (2008). Modelo Multicritério no Processo de Seleção de Subempreiteiros na Construção Civil. Dissertação de Mestrado em Estruturas e Construção Civil, Publicação E.DM – 010 A/08, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 158 p.

CESSÃO DE DIREITOS

AUTOR: Alexandre Guimarães Neumann.

TÍTULO: Modelo Multicritério no Processo de Seleção de Subempreiteiros na Construção Civil.

GRAU: Mestre ANO: 2008

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte dessa dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

Alexandre Guimarães Neumann
SQS 412 Bl. K Apt. 301, Asa Sul.
Brasília – DF – Brasil
Email: agneumann@gmail.com

Dedico este trabalho a
minha família querida,

Ao **Vô Edson e Vó Creusa,**

Aos meus pais e irmãos,

E também a minha noiva **Marina Bilich.**

AGRADECIMENTOS

Aos meus orientadores Prof. Dr. Ing. Antônio Nepomuceno e Profa. Dsc. Maria de Fátima pela orientação, paciência, ensinamentos e discussões profundas no decorrer da elaboração do trabalho.

Aos membros da banca por aceitarem nosso convite e nos auxiliarem na melhoria da pesquisa, sendo esses Prof. Dsc. José Brito e Profa. Dsc. Sheyla Serra.

A minha família pelo apoio, incentivo, cobrança e ensinamento para a vida. Em especial para meus avôs Edson e Creusa. E também, minha mãe, pai, Lora, irmãos, tios, primos e todos os demais que sempre me auxiliam quando preciso.

A minha noiva pela paciência, incentivo, amor, compreensão e ajuda em todo o mestrado. Também, a minha nova família: Dr. Feruccio, Dona Graça, Bibi e Cris. Sem vocês seria muito difícil conquistar este sonho! Sou muito feliz por fazer parte deste grupo.

Aos meus amigos da vida que sempre me apoiaram, vocês são muito importantes! Em especial para Roberto, Raphael, Jennifer, Jeferson, Bruno e Diogo.

A família Stylos e Supera Engenharia, que desde o princípio me incentivou pela busca ao conhecimento e pela integração empresa-universidade, além de me motivar e fornecer vários dados para este estudo, em especial para Marcelo, Bruno, Guilherme, Carlos Kinoshita, Daniel, Marcão, Filipe, Humberto, Luciano, Rodrigo, Sérgio, Luiz, Neideval, Robson, Walter, Sabrina, Tainá, Jairo e Thiago, são tantos me perdoem se esqueci alguém.

Aos amigos e funcionários do PECC que sempre estiveram ao meu lado em todas as horas: difíceis ou alegres, em especial para Pedro, Eva, Fernanda, Mike, Ademar, Lyssya, Albervan, Wellington e todos os outros.

Aos professores do PECC pelos ensinamentos, em especial Profa. Graciela, Profa. Rita, Profa. Rosa, Prof. Teatini, Prof. Luciano, Profa. Neusa, Prof. Paul e Prof. Bauer.

Ao SINDUSCON-DF, CREA-DF e SENGE-DF, em especial Sr. Dionysio, Ana Paula, Rafaela, Profa. Raquel Blumeschein, Sra. Lélia Sá e para meu amigo Carlos Eugênio.

A todos os profissionais que responderam os questionários e que diretamente ou indiretamente contribuíram para o desenvolvimento deste estudo.

RESUMO

MODELO MULTICRITÉRIO NO PROCESSO DE SELEÇÃO DE SUBEMPREENHEIROS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Autor: Alexandre Guimarães Neumann

Orientador: Antônio Alberto Nepomuceno

Co-orientadora: Maria de Fátima Souza e Silva

Programa de Pós-graduação em Estruturas e Construção Civil

Brasília, setembro de 2008

Proposta: na indústria da construção civil, o relacionamento subempreiteiro-construtor é considerado relevante para o bom desempenho de um empreendimento e, conseqüentemente, a satisfação do cliente final. Contudo esse relacionamento, que tem seu início na seleção desses subempreiteiros ainda é tratado de forma subjetiva e não muito bem definida. O objetivo deste estudo foi fornecer uma forma de sistematização, em que são incluídas variáveis objetivas, bem como as subjetivas, para o processo de seleção de subempreiteiros na construção civil, no subsetor de edificações do Distrito Federal.

Método de pesquisa: foi proposto um conjunto de 05 critérios, 31 subcritérios e 08 cenários. Essas variáveis foram propostas com a finalidade de caracterizar um método multicritério para apoiar à seleção de subempreiteiros, baseado no modelo *PROMETHEE*. Foi aplicado um questionário com profissionais atuantes no mercado regional, com o intuito de avaliar os pesos para cada um desses critérios e subcritérios, nos cenários estipulados. Com a proposição dessas variáveis, e a atribuição dos pesos coletados aos critérios e subcritérios, foi possível a caracterização do modelo. Em seguida, foram realizadas entrevistas com engenheiros residentes visando exemplificar em três estudos de caso, testes para o modelo multicritério caracterizado.

Resultados: conclui-se que os gestores da construção civil percebem que o Preço Ofertado não é o único critério a ser investigado quando da seleção de subempreiteiros, e que critérios como “Relação Interpessoal” também é importante para essa decisão. Também foi verificado que os cenários em que a decisão está inserida são relevantes para a atribuição de pesos para os critérios e, conseqüentemente, podem alterar as recomendações apresentadas pelos modelos multicritério nos cenários. Com os estudos de caso, foi possível inferir que uma avaliação com muitos critérios também não é interessante, pois eleva os graus de liberdade do problema e torna as recomendações do modelo de difícil análise.

Contribuições: com a pesquisa, foi possível concluir que para selecionar subempreiteiros é necessário envolver múltiplos critérios, e que métodos multicritérios podem auxiliar os gestores nessa decisão.

ABSTRACT

MULTICRITERIA MODEL IN THE SELECTION PROCESS OF SUBCONTRACTORS IN CIVIL CONSTRUCTION

Author: Alexandre Guimarães Neumann
Supervisor: Antônio Alberto Nepomuceno
Co-supervisor: Maria de Fátima Souza e Silva
Programa de Pós-graduação em Estruturas e Construção Civil
Brasília, 2008 September.

Proposal: in Civil Construction industry the relation between subcontractors-constructors companies is considered important for a good performance of an enterprise, and consequently, a good satisfaction of the final customers. However, this relation begins with the subcontractor's selection, and in this industry is done in the subjective way and with the perception of the actors. The objective of this research was to make a systematization, to include some quantitative and qualitative variables, in the process of selection of subcontractors in the civil construction in the Distrito Federal. **Methodology:** to reach the objective of this research, it was proposed a set of 05 criterias, 31 subcriterias and 08 scenarios. These variables were proposed with the finality to characterize a Multicriteria Method for the Decision Aid to a Subcontractor's selection, and were based on PROMETHEE Model. After proponing these variables, a questionnaire was applied with employees that works in Distrito Federal, with the purpose to evaluate the weights for the criterias and subcriterias in all the sceneries. The characterization of this model was possible after the proposition of the variables and the respectives weights of the criterias and subcriterias. Later, were realized interviews with Engineers to exemplify in three cases, tests for the multicriteria model established. **Results:** After the application of the questionnaires, it was possible to conclude that the construction's manager understands that the low prices were not the only criteria in the decision aid, and the "Interpersonal's Relationship" was a important criteria. Also, these analyses identified that the sceneries were relevant to assign the weights to the criterias and subcriterias, and consequently, could change the multicriteria model recommendation in the sceneries. With the cases, it was possible to infer that evaluations with too many criterias were not interesting, because raise the freedom degree of the problem and change the recommendation of the model, and analyses to complicate. **Contributions:** in this research was possible to conclude that to select a subcontractor, it was necessary to involves multicriterias, and the multicriteria methods can help the managers with the selection process.

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1 – Matriz Semântica para um Critério	33
Quadro 2.2 – Exemplo de Quadro de Sensibilidade.....	56
Quadro 2.3 – Comparação de ordenação das alternativas em cada um dos cenários.....	57
Quadro 3.1 - Cenários estipulados.....	74
Quadro 4.1 - Cenários estipulados e as análises para caracterizar sua influência no estabelecimento dos pesos atribuídos aos critérios.....	86
Quadro 4.2 – Frequência de respondentes por peso ao critério Competência Gerencial e Financeira – Análise CQE	87
Quadro 4.3 - Frequência de respondentes por peso ao critério Competência Gerencial e Financeira – Análise CPF	87
Quadro 4.4 – Frequência de respondentes por peso ao critério Competência Gerencial e Financeira – Análise CRD.....	88
Quadro 4.5 – Frequência de respondentes por peso ao critério Preço Ofertado – Análise CQE.....	89
Quadro 4.6 – Frequência de respondentes por peso ao critério Preço Ofertado – Análise CPF.....	89
Quadro 4.7 – Frequência de respondentes por peso ao critério Preço Ofertado – Análise CRD.....	90
Quadro 4.8 – Frequência de respondentes por peso ao critério Flexibilidade / Disponibilidade – Análise CQE	92
Quadro 4.9 – Frequência de respondentes por peso ao critério Flexibilidade / Disponibilidade – Análise CPF	92
Quadro 4.10 – Frequência de respondentes por peso ao critério Flexibilidade / Disponibilidade – Análise CRD	93
Quadro 4.11 – Frequência de respondentes por peso ao critério Imagem e Relação Interpessoal – Análise CQE.....	94
Quadro 4.12 – Frequência de respondentes por peso ao critério Imagem e Relação Interpessoal – Análise CPF.....	95
Quadro 4.13 – Frequência de respondentes por peso ao critério Imagem e Relação Interpessoal – Análise CRD	95
Quadro 4.14 – Frequência de respondentes por peso ao critério Qualificação – Análise CQE.....	96

Quadro 4.15 – Frequência de respondentes por peso ao critério Qualificação – Análise CPF	96
Quadro 4.16 – Frequência de respondentes por peso ao critério Qualificação – Análise CRD.....	97
Quadro 4.17 - Pesos atribuídos aos critérios em cada cenário	98
Quadro 4.18 - Pesos dos subcritérios coletados	100
Quadro 4.19 - Pesos dos subcritérios corrigidos e atribuídos a cada um dos cenários	101
Quadro 4.20 - Caracterização das alternativas dos subempreiteiros para os critérios – Estudo de caso 1	105
Quadro 4.21 – Caracterização das alternativas dos subempreiteiros para os subcritérios – Estudo de caso 1	106
Quadro 4.22 – Caracterização das alternativas dos subempreiteiros para os critérios – Estudo de caso 2	107
Quadro 4.23 - Caracterização das alternativas dos subempreiteiros para os subcritérios – Estudo de caso 2	109
Quadro 4.24 - Caracterização das alternativas dos subempreiteiros para os critérios – Estudo de caso 3	110
Quadro 4.25 - Caracterização das alternativas dos subempreiteiros para os subcritérios – Estudo de caso 3	111
Quadro 4.26 – Resumo dos Estudos de Caso	112
Quadro 4.29 - Sensibilidade do modelo com os Critérios – Estudo de Caso 1	115
Quadro 4.30 - Comparativo das recomendações em função dos cenários – Estudo de caso 1	115
Quadro 4.31 - Sensibilidade do Modelo para os subcritérios – Estudo de Caso 1	119
Quadro 4.32 – Comparação das Alternativas nos outros Cenários nos subcritérios – Estudo de Caso 1	120
Quadro 4.33 – Sensibilidade do Modelo para os critérios – Estudo de Caso 2.....	122
Quadro 4.34 - Comparação da ordenação das alternativas nos outros Cenários, nos critérios – Estudo de Caso 2	122
Quadro 4.35 - Sensibilidade do Modelo nos subcritérios – Estudo de Caso 2.....	125
Quadro 4.36 – Comparação da ordenação das alternativas nos outros Cenários, nos subcritérios – Estudo de Caso 2.....	126
Quadro 4.37 - Sensibilidade do Modelo nos critérios – Estudo de Caso 3	128

Quadro 4.38 – Comparação da ordenação das Alternativas nos outros Cenários – Estudo de Caso 3	129
Quadro 4.39 - Estabilidade do modelo nos subcritérios – Estudo de Caso 3	131
Quadro 4.40 – Comparação da ordenação das alternativas nos outros Cenários – Estudo de Caso 3	132
Quadro 4.41 - Resumo dos resultados obtidos nos estudos de caso.....	133

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Fluxo do processo de subcontratação em uma empresa construtora	10
Figura 2.2 - Tipo de funções de preferência usadas no método PROMETHEE. (Ceolim, 2005).....	39
Figura 2.3 - Relação de sobreclassificação entre alternativas. Fonte (Brans e Mareschal, 1999).....	41
Figura 2.4 - Índice de preferência positivo. Fonte (Brans e Marescha.....	42
Figura 2.5 - Índice de preferência negativo. Fonte (Brans e Mareschal, 1999)	42
Figura 2.6 - Projeção do plano GAIA. Fonte (Brans e Mareschal, 1999).....	46
Figura 2.7 - Projeção do ponto A_i sobre u_i . Fonte (Miloca, 2002).	49
Figura 2.8 - Exemplo de apresentação do resultado no PROMETHEE I.....	54
Figura 2.9 - Exemplo de apresentação do resultado no PROMETHEE II	54
Figura 2.10 - Exemplo de apresentação dos resultados através do Plano GAIA	55
Figura 2.11 - Exemplo da forma de apresentação dos dados do gráfico de comparação da influência dos critérios em cada alternativa	56
Figura 2.13 - Exemplo de análise comparativa do comportamento das alternativas em uma avaliação entre dois cenários	57
Figura 3.1 - Método de pesquisas.....	58
Figura 3.2 - Critérios e Subcritérios	66
Figura 4.1 - Estatística das características dos respondentes.....	84
Figura 4.2 - Ordenação apresentada pelo PROMETHEE I – Estudo de Caso 1	112
Figura 4.3 - Ordenação apresentada pelo PROMETHEE II – Estudo de Caso 1.....	113
Figura 4.4 - Comparação da influência dos critérios nas alternativas sub3 e sub4 – Estudo de Caso 1	113
Figura 4.5 - Ordenação apresentada pelo Plano GAIA – Estudo de Caso 1	114
Figura 4.6 - Comparação entre Cenário 05 e Cenário 01 – Estudo de Caso 1	116
Figura 4.7 - Recomendação de resposta por subcritérios PROMETHEE I – Estudo de Caso 1	117
Figura 4.8 - Recomendação de resposta por subcritérios PROMETHEE II – Estudo de Caso 1	118
Figura 4.9 - Ordenação apresentada pelo PROMETHEE I – Estudo de Caso 2.....	121
Figura 4.10 - Ordenação apresentada pelo PROMETHEE II – Estudo de Caso 2.....	121

Figura 4.11 - Ordenação apresentada pelo Plano GAIA – Estudo de Caso 2	121
Figura 4.12 - Recomendação de resposta Cenário 01 nos critérios – Estudo de Caso 2... 123	123
Figura 4.13 - Ordenação apresentada pelo PROMETHEE I – Estudo de Caso 2	123
Figura 4.14 - Ordenação apresentada pelo PROMETHEE II – Estudo de Caso 2.....	124
Figura 4.15 - Ordenação apresentada pelo PROMETHEE I– Estudo de Caso 3	127
Figura 4.16 - Ordenação apresentada pelo PROMETHEE II– Estudo de Caso 3.....	127
Figura 4.17 - Ordenação apresentada pelo Plano GAIA– Estudo de Caso 3	128
Figura 4.18 - Comparação entre Cenário 01 e Cenário 08 – Estudo de Caso 3	130
Figura 4.19 - Ordenação apresentada pelo PROMETHEE I – Estudo de Caso 3	130
Figura 4.20 - Ordenação apresentada pelo PROMETHEE II – Estudo de Caso 3.....	131
Figura 4.21 – As fases do processo de apoio à decisão (Fonte Ensslin et al. 1998).....	134

LISTA DE SÍMBOLOS, NOMENCLATURAS E ABREVIACÕES

w_i	- vetor de Pesos
φ	- função desvio
R	- conjunto dos números reais
f_j	- função de avaliação de um critério qualquer
$f(a)$	- função de avaliação de uma alternativa a
∞	- infinito
w_j	- peso associado ao critério
$\phi^+(a)$	- índice de preferência positivo da alternativa a
$\phi^-(a)$	- índice de preferência negativo da alternativa a
$\phi(a)$	- índice de preferência geral da alternativa a
α_i	- vetor de avaliações de uma alternativa
R^K	- sistema de referência com k planos
$\phi'_j S$	- funções que incorporam as informações de preferência do decisor em relação as alternativas
ϕ_j	- índices de preferência num critério j
C	- matriz que equivale a $H \times H^t$
H^t	- matriz H transposta
$\underline{\alpha}_i$	- elemento da matriz H
\underline{u}_k	- autovetores da matriz C
u_i	- vetor unitário do eixo que representa os valores de ϕ_j
$OP_i \forall_i$	- distância da origem a um ponto que expresse a intensidade de preferência de uma alternativa
λ	- autovalores da matriz C
δ	- variação total
$P' Sc_i$	- Peso do subcritério compatibilizado
PSc_i	- Peso atribuído a cada subcritério
PC_i	- Peso coletado atribuído a cada critério relacionado ao subcritério
$P_j(a,b)$	- Intensidade de preferência em avaliações par-a-par de alternativas a e b

$\pi(a,b)$	- índice de preferência de a em relação a b
(aDb)	- Relação de dominância de uma alternativa a em b
®	- marca registrada em registro de patentes
a	- alternativa a
a_i	- alternativas
A	- Conjunto de alternativas
<i>AHP</i>	- <i>Analytic Hierarchy Process</i>
aIb	- expressão de indiferença da alternativa a em relação a b
aJb	- expressão de incomparabilidade da alternativa a em relação a b
aPb	- expressão de preferência da alternativa a em relação a b
b	- alternativa b
Cen	- Cenários
cen1	- cenários – Cenário 1
CPF	- comparação entre cenários em que as variáveis de Planejamento Físico variam – limitado e folgado
CQE	- comparação entre cenários em que as variáveis de Qualificação Exigida variam – baixo e alto
CRD	- comparação entre cenários em que as variáveis de Recursos disponíveis variam – limitado e folgado
CREA/DF	- Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia do Distrito Federal
d	- função de preferência
DF	- Distrito Federal
DF	- Distrito Federal
ELECTRE	- <i>Elimination et Choix Traduisant la Réalité</i>
F	- Conjunto de critérios
f_k	- Função de avaliação das alternativas pelo critério k
G	- Matriz de avaliações das alternativas nos critérios
<i>GAIA</i>	- <i>Geometrical Analysis for interactive Assistance</i>
GP	- grande porte
H	- Matriz de avaliação das alternativas G com informações adicionais com as avaliações par-a-par das alternativas
IBGE	- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IPEA	- Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
IPI	- Imposto sobre Produtos Industrializados
ISO	- <i>International Organization for Standardization</i>
j	- critério
<i>JIT</i>	- <i>Just-in-time</i>
k	- número total de critérios
K-K-T	- critério Karush-Kuhn-Tucker
M.P.	- máxima preferência em uma alternativa em um critério
<i>MACHBETH</i>	- <i>Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique</i>
<i>Max</i>	- Função de maximização de variáveis
<i>MCDA</i>	- <i>MultiCriteria Decision Aid</i>
MP	- médio porte
n	- Número total de alternativas
NBR	- Norma Brasileira
p	- variáveis auxiliares para função de preferência
PBQP-H	- Programa Brasileiro de Produtividade e Qualidade no Habitat
PF	- variável – Planejamento Físico
π	- análise π no plano <i>GAIA</i>
PIB	- Produto Interno Bruto
PP	- pequeno porte
PPM	- problema de programação matemática
<i>PROMETHEE</i>	- <i>Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations</i>
PSQ	- Programa Setorial de Qualidade
q	- variáveis auxiliares para função de preferência
QE	- variável – Qualificação Exigida
RD	- variável – Recurso Disponível
s	- variáveis auxiliares para função de preferência
SENGE	- Sindicato dos Engenheiros
SINDUSCON-	- Sindicato das Indústrias da Construção Civil do Distrito Federal
DF	
SiQ	- Sistema de Qualificação de Empresas
sub1	- alternativa – subempreiteiro 1
x	- uma alternativa pertencente a A

SUMÁRIO

1 - INTRODUÇÃO	1
1.1 - SITUAÇÃO PROBLEMA	3
1.2 - RELEVÂNCIA DO ESTUDO	4
1.3 - OBJETIVO.....	5
1.3.1 - Objetivo Geral.....	5
1.3.2 - Objetivos Específicos	6
1.4 - ESTRUTURA DA PESQUISA	6
2 - ESTRUTURAÇÃO TEÓRICA.....	8
2.1 - A CONSTRUÇÃO CIVIL.....	8
2.2 - CONTRATAÇÃO DE SERVIÇOS NA CONSTRUÇÃO: DESVERTICALIZAÇÃO, TERCEIRIZAÇÃO, SUBCONTRATAÇÃO OU SUBEMPREGADA?	12
2.2.1 - O Processo de Subcontratação no Âmbito da Produção de Edificações	20
2.3 - MÉTODOS DE APOIO À DECISÃO	23
2.3.1 - Métodos de Apoio à Decisão Multicritério	25
2.3.2 - Escola Americana de Decisão Multicritério	28
2.3.3 - Escola Francesa de Decisão Multicritério	33
2.3.4 - <i>Decision Lab</i> ®	52
2.3.4.1 - Ferramentas de Análise Disponibilizadas no <i>Software Decision Lab</i> ®	53
3 - METODOLOGIA	58
3.1 - COMPREENSÃO DO PROBLEMA DE PESQUISA	60
3.1.1 - Investigações Preliminares e Diagnóstico do Problema de Pesquisa	60
3.1.2 - Definição dos Instrumentos de Pesquisa	61
3.1.3 - Definição dos critérios, subcritérios e cenários	65
3.1.4 - Cenários	72
3.1.5 - Alternativas	74
3.1.5.1 - Definição da Amostra	75
3.1.5.2 - Elaboração e Aplicação do Questionário – Apêndice A.....	75
3.1.5.3 - Determinação dos Pesos e Funções de Preferência	76
3.1.6 - Caracterização do Modelo Multicritério.....	77

3.1.6.1 - Tabulação dos Dados no Modelo PROMETHEE.....	77
3.1.6.2 - Processamento dos Dados.....	78
3.2 - ESTUDOS DE CASO	79
3.3 - ANÁLISE DE SENSIBILIDADE.....	79
3.4 - AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS	80
4 - APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	81
4.1 - ESTABELECIMENTO E ATRIBUIÇÃO DOS PESOS AOS CRITÉRIOS..	81
4.2 - CARACTERIZAÇÃO DOS RESPONDENTES	82
4.3 - PESOS ATRIBUÍDOS AOS CRITÉRIOS E DE SUA RELAÇÃO COM OS	
CENÁRIOS	84
4.3.1 - Critério 01 – Competência Gerencial e Financeira.....	86
4.3.2 - Critério 02 – Preço ofertado.....	88
4.3.3 - Critério 03 – Flexibilidade/disponibilidade quanto ao prazo para execução dos	
serviços.....	91
4.3.4 - Critério 04 – Imagem e Relação Interpessoal.....	94
4.3.5 - Critério 05 – Qualificação dos Subempreiteiros.....	95
4.3.6 - Valores dos pesos atribuídos aos critérios	97
4.3.7 - Valores dos pesos atribuídos aos subcritérios.....	99
4.4 - CARACTERIZAÇÃO DO MODELO PROMETHEE	102
4.4.1 - Caracterização do Modelo Multicritério Preliminar.....	102
4.5 - TESTE DO MODELO MULTICRITÉRIO	103
4.5.1 - Aplicação do Modelo Multicritério nos Estudos de Caso	103
4.5.2 - Levantamento das Características das Alternativas de Subempreiteiros nos	
Estudos de Caso	104
4.5.3 - Resultados obtidos no modelo a partir das ferramentas de análise	
disponibilizadas no <i>software Decision Lab</i> ®	112
4.5.3.1 - Estudo de Caso 1.....	112
4.5.3.2 - Estudo de Caso 2.....	120
4.5.3.3 - Estudo de Caso 3.....	127
4.5.3.4 - Resumo das recomendações de seleção obtidas nos Estudos de Caso .	133
4.6 - RECOMENDAÇÕES PARA USO DE UM MODELO MULTICRITÉRIO	
EM UMA EMPRESA	133

5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES	136
5.1 - RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	138
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	140
APÊNDICES	147
APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO	148
APÊNDICE B – FORMULÁRIO.....	153
APÊNDICE C – INSTRUÇÕES PARA INSERIR DADOS NO <i>DECISION LAB</i> ®...157	

1 - INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil é responsável por gerar grande parte dos empregos e de riquezas. De acordo com a Pesquisa Anual da Indústria da Construção Civil divulgada pelo IBGE (2006) o setor nesse ano foi responsável por criar 1,5 milhões novos postos de trabalho.

Além disso, o setor é responsável por parcela significativa do Produto Interno Bruto – PIB, o desempenho das empresas de construção, em 2006, se coaduna com os resultados da economia brasileira, cujo PIB avançou 3,8%, com a atividade de construção se expandindo 4,6%. A Formação Bruta de Capital Fixo – FBCF apresentou aumento de 10,0%.

Segundo a mesma pesquisa, a construção civil vêm se desenvolvendo e aumentando sua participação na formação de riquezas do país. Se comparadas a 2005, as construções cresceram 13,0% - aumento real de 7,1%. Em 2006, do total de obras executadas, 42,6% foram realizadas para o setor público, percentual de 2,3 acima do observado em 2005.

O setor de construção foi beneficiado, principalmente, pelo aumento do crédito, crescimento da renda familiar, maior oferta de crédito imobiliário e redução do Imposto sobre Produtos Industrializados – IPI de diversos insumos para a construção.

Além da expansão do setor provocada por fatores econômicos, o setor obteve significativos avanços nas últimas décadas no campo gerencial, principalmente por motivações dos programas de qualidade total, de iniciativa do governo federal, e filosofias incorporadas da engenharia de produção como o “Sistema *Toyota*” ou *Lean Production*.

Contudo, foi observado que a partir dos anos 90 com a globalização e a abertura do mercado e da economia, as empresas foram obrigadas a desenvolverem estratégias competitivas, visando alcançar maior produtividade e qualidade, aliadas a preços menores, fatores que buscavam atender as necessidades e expectativas dos clientes (SILVA & ARIENTI, 2006).

Nesse cenário, a terceirização passou a ter maior destaque e a transferência de serviços a terceiros passou a englobar uma gama de atividades mais nobres nos processos desenvolvidos pelas contratantes (SARATT et al, 2000).

A pesquisa intitulada a “Trasnacionalização da terceirização na contratação do trabalho” conduzida por Marcio Pochmann, atual presidente do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) aponta a subcontratação de trabalhadores por empresas com sede em outros países, a chamada terceirização transnacional, como um fenômeno em expansão, principalmente no setor de prestação de serviços. Uma tendência apontada para esse tipo de terceirização é a redução dos problemas trabalhistas, resultado da informalidade e da falta de cobertura previdenciária dos empregados. Dados da pesquisa sinalizam que, em 2006 o Brasil respondeu por 1,9% da terceirização mundial (7,1 milhões de ocupados). Para empresas nacionais ou estrangeiras no país, a terceirização é responsável pela geração de uma entre quatro novas vagas formais abertas no mercado.

A construção civil é o setor que mais cresce no país, tendo superado, em 2008, a marca dos 8,8% de aumento se comparado com os três primeiros meses de 2007 e ainda contribuiu para a alta dos investimentos no PIB (O GLOBO, 2008).

Pochamnn (2008), afirma que “A terceirização é um imperativo. Não tem volta. Está faltando uma política nacional sobre o assunto.” Segundo o autor é necessário decidir qual é o tipo de terceirização que o Brasil quer para seu futuro.

Entretanto o processo de subcontratação não é fácil e possui uma relação estreita com a qualidade final do produto. Uma das primeiras e grandes dificuldades está na seleção da mão-de-obra subcontratada, pois os critérios de seleção - capacitação técnica e preço ofertado pelo subempreiteiro - devem ser cuidadosamente estudados e considerados. Todavia, podem não ser suficiente para indicar o melhor prestador de serviços, pois um proponente que foi selecionado por apresentar menores preços pode se revelar incapaz de executar os serviços acordados seja com relação à qualidade ou ao prazo estipulado.

Motivadas pelos sistemas de qualidade, as construtoras começaram a identificar requisitos mínimos a serem cumpridos para efetivar uma seleção de prestadores de serviço.

Observa-se uma nova conjuntura no setor. Gradativamente a utilização de diversos critérios como a capacitação técnica, referências de clientes anteriores e parceiros, preço, recursos financeiros e organizacionais vêm contribuindo para uma decisão mais segura, auxiliando o decisor a avaliar de forma mais clara e objetiva as características apresentadas pelos fornecedores de serviço (CHOMA & CHOMA, 2005).

Em vista da necessidade de uma seleção mais criteriosa e que incorpore alguns aspectos subjetivos, o problema pode ser equacionado utilizando métodos de apoio à decisão, como os algoritmos multicritério.

A dificuldade da tomada de decisão está na mensuração da incerteza ou subjetividade, no estabelecimento dos critérios para seleção e dos pesos, tendo em vista que, muitas vezes, nem mesmo os agentes responsáveis pela decisão possuem uma visão clara dos critérios que impactam na decisão final.

Diante do problema de seleção de subempreiteiros, foi verificado que o processo de seleção de subempreiteiros pode ser equacionado com os métodos baseados na concepção Multicritério de Apoio à Decisão - *MultiCriteria Decision Aid (MCDA)*. Estes métodos buscam melhorar o entendimento de um problema e avaliar por múltiplos critérios um determinado problema.

1.1 - SITUAÇÃO PROBLEMA

A imprensa nacional noticia que o Distrito Federal – DF é um dos maiores canteiros de obras da construção civil da América Latina, e que continua se desenvolvendo num ritmo acelerado.

Essas notícias, nos dias atuais, estão principalmente direcionadas para a cidade satélite de Águas Claras. Além disso, diversas obras da administração pública, iniciativa privada e parcerias público-privada, têm impulsionado o setor da construção civil na região. Com essa expansão do setor, há um conseqüente aumento na demanda de mão-de-obra bem qualificada e especializada para a execução de atividades nos canteiros de obras.

Nesse contexto, com o advento da desverticalização, a utilização de subempreiteiros vem se tornando uma forma de contratação de mão-de-obra, predominante na construção civil no DF. No entanto, o setor vem enfrentando entraves, em especial relacionado à carência de mão-de-obra especializada e qualificada. Outra dificuldade que as empresas enfrentam é seleção de subempreiteiros.

No DF existe grande variabilidade de subempreiteiros, pois há desde empresas com excelentes níveis de especialização e empresas que apresentam baixos níveis de qualificação que são comumente conhecidas como “gatos”. Devido a essa grande variabilidade de empresas, construtoras do DF encontram dificuldades na seleção dos subempreiteiros mais adequados para auxiliar na elaboração de um produto.

Comumente, a obtenção de informações para a seleção é realizada por um funcionário de média ou baixa gerência, como cargos de almoxarifes e compradores. É feita então uma tomada de preços de serviços e, por vezes, averiguação da qualidade de execução de atividades anteriores.

Essas informações são então repassadas para funcionário de média e alta gerência, como engenheiros residentes e supervisores e esses escolhem os subempreiteiros mais adequados. Esse tipo de procedimento não é ordenado e possui carga elevada de subjetividade.

1.2 - RELEVÂNCIA DO ESTUDO

O mercado imobiliário brasileiro, atualmente, está em franca expansão e assim a demanda por mão-de-obra qualificada vem aumentando. Nesse contexto, a utilização de empresas parceiras e a subempreitada, em etapas do processo de produção, é uma realidade nas construtoras brasileiras.

A contratação de um prestador de serviço não adequado para realizar determinadas tarefas pode gerar uma má qualidade do produto e, principalmente, uma insatisfação dos clientes, ocasionando prejuízo às construtoras.

É importante ressaltar que segundo a legislação atual, a construtora é co-responsável ao subempreiteiro em relação às questões trabalhistas. Caso o subempreiteiro não quite todas suas dívidas junto ao seu quadro de funcionários, a construtora será a responsável por esses débitos.

Nos dias atuais, o processo decisório dentro das empresas construtoras é em parte subjetivo e, geralmente, baseado apenas nas considerações ponderadas – estipuladas e consideradas relevantes por apenas um decisor ou grupo deles que, na maioria dos casos, tomam o menor preço como único valor a ser observado.

Todavia, nem sempre o fornecedor que apresenta o menor preço, necessariamente apresenta no final, um produto mais barato. Em muitos casos, observa-se que prestadores de serviço que foram selecionados apenas pelo preço, apresentaram durante a execução dos mesmos, baixa produtividade, elevados índices de desperdício de material e dificuldade de controle na produção e na qualidade.

A complexidade crescente das decisões exige que o processo decisório seja então embasado em processos que vão além da intuição ou valores de decisores.

Logo, um modelo de multicritério que contribua para o processo decisório, de escolha dos prestadores de serviço para a construção civil, e que possa identificar e estruturar a análise de forma mais objetiva é tema constante na mídia nacional e internacional, dando a este estudo características que o determinam como oportuno e relevante.

1.3 - OBJETIVO

1.3.1 - Objetivo Geral

Caracterizar um modelo de multicritério como ferramenta para auxiliar o processo de tomada de decisões, quanto à seleção de subempreiteiros na construção civil.

1.3.2 - Objetivos Específicos

- Propor um conjunto de critérios e subcritérios para auxiliar no processo decisório e atribuir a relevância – pesos desses critérios – no processo decisório;
- Investigar a influência dos cenários na decisão e também a percepção dos gestores quanto aos critérios nos diversos cenários que podem ser encontrados no ambiente da construção civil;
- Avaliar como os gestores do setor da construção civil percebem o ambiente da subempreitada de serviços e os fatores que consideram nas decisões estratégicas;

1.4 - ESTRUTURA DA PESQUISA

O Capítulo 01 foi estruturado em Introdução – que foi destinado a exibir declarações iniciais sobre o tema, Situação Problema. Trata da dificuldade das construtoras em selecionar um prestador de serviço adequado, Relevância do Estudo – que descreveu a importância do estudo e Objetivos – onde foi demonstrado as finalidades desta pesquisa.

O Capítulo 02 tratou da caracterização da construção civil, definição de conceitos acerca da desverticalização, terceirização, subcontratação e subempreitada. Neste capítulo, também foi apresentado a conceituação sobre os métodos multicritério no apoio à decisão.

No Capítulo 03 foi apresentado a metodologia, em que foram demonstradas as etapas do método de pesquisa utilizado, neste estudo.

O Capítulo 04 apresentou e avaliou os resultados, caracterizando os respondentes, a determinação dos pesos aos critérios e subcritérios e também apresentou os estudos de caso.

No Capítulo 05 estão discriminadas as considerações finais e as sugestões para trabalhos futuros.

O Apêndice A, apresenta o questionário utilizado para a coleta dos pesos para os critérios e subcritérios necessário para a caracterização do modelo multicritério.

O Apêndice B, apresenta o formulário utilizado para a coleta de dados, para caracterizar as alternativas dos três estudos de caso.

O Apêndice C, apresenta um modelo de como inserir dados de entrada para análise com o auxílio do *Decision Lab*®.

2 - ESTRUTURAÇÃO TEÓRICA

A presente pesquisa tem como objeto de estudo o processo de seleção de prestadores de serviço para as empresas de construção civil que atuam no âmbito do subsetor de edificações.

Tendo em vista que cada setor industrial possui especificidades que determinam o processo de contratação de prestadores de serviço, optou-se por apresentar neste capítulo algumas referências teóricas que possibilitem melhor caracterização tanto do objeto como do problema de pesquisa.

O problema de pesquisa é a falta de um método que auxilie a sistematização do processo de seleção de prestadores de serviço, bem como inserir na análise a capacidade de ser contemplados tanto os aspectos objetivos da decisão como os subjetivos no processo de seleção de prestadores de serviço.

A seguir é apresentada uma breve caracterização do setor da construção civil. Posteriormente, é discutida a diferenciação entre os termos desverticalização, terceirização, subcontratação e subempreitada, ainda que a bibliografia especializada não tenha, até o momento, essa diferenciação. No terceiro subitem é caracterizado o processo de subcontratação na construção civil.

2.1 - A CONSTRUÇÃO CIVIL

De acordo com a Fundação João Pinheiro (1984) a construção civil pode ser subdividida em três subsetores: edificações, construção pesada e montagem industrial. Para Araújo (1999) o setor é representante de uma das mais completas e extensas cadeias de produção, englobando cinco subsetores, a saber: materiais de construção, bens de capital, edificações, construção pesada e serviços diversos como serviços técnicos, atividades imobiliárias e de manutenção de imóveis.

Além dessas características, a construção civil é considerada como um indicador da situação da economia. Segundo Clough & Sears (1991) os períodos de prosperidade

nacional podem ser associados à aceleração do setor da construção. O setor é responsável por cerca de 5% do PIB no Brasil, além de ter como característica proeminente a capacidade de gerar grande número de postos de trabalho.

Outros autores consideram o setor da construção como o termômetro da economia pela sensibilidade a mudanças que apresenta. Picchi (1993) apontou que a participação do setor decresce sensivelmente nos períodos recessivos, enquanto que seu crescimento é maior que a média dos demais setores econômicos, em épocas de expansão. De forma semelhante, Serra (2001) aponta o desenvolvimento do setor como um poderoso recurso de melhoria da situação econômica do país, uma vez que provoca impactos na produção, nos investimentos, na balança comercial, no surgimento de mais empregos, entre outros.

Ainda, a indústria da construção é responsável pela produção de infra-estrutura, quer seja na instalação de portos como ferrovias, rodovias, sistemas de irrigação, energia, comunicação e outros serviços, sem os quais as demais atividades de produção ou de serviço não poderiam funcionar adequadamente. Dessa forma, o desempenho do setor promove o desenvolvimento de uma variedade de outras atividades econômicas, que podem ser mantidas pela administração pública ou por agentes privados sujeitos à fiscalização pública e se caracterizam pela indivisibilidade técnica e por uma alta relação capital-produção (TEIXEIRA & CARVALHO, 2005).

A partir dessas referências pode ser observada a importância da construção civil para o desenvolvimento econômico de um país, haja vista, que sem um desenvolvimento adequado do setor, todos os demais podem ser prejudicados pela falta de infra-estrutura.

Tendo tal importância, a construção civil assim como outros setores industriais, também passa por um período, que a concorrência é cada vez mais acirrada entre as empresas. O setor vem apresentando melhoria nos seus produtos, fato que vem incentivando as empresas que o compõem, a buscar uma racionalização dos seus métodos de trabalho.

Segundo Maués (1996) as construtoras que buscaram a racionalização foram incentivadas a implantar processos construtivos inovadores e medidas de aperfeiçoamento dos processos convencionais, como: a pré-fabricação fechada ou aberta, a descentralização de etapas

produtivas, a busca por sistemas de produção diferenciados utilizados nas demais indústrias e principalmente a aprimorarem o seu poder de gestão.

Visando a busca pela racionalização, um dos fatores que influenciam na inovação tecnológica do setor é o processo de subcontratação, tendo em vista que a estratégia de contratação de subempreiteiros está ligada à utilização de mão-de-obra mais qualificada e com experiência para execução de determinadas atividades.

A construção civil, apesar de suas peculiaridades, é de suma importância para o progresso de um país, e o seu desenvolvimento está relacionado ao aumento do poder aquisitivo da população, à racionalização do processo produtivo e à desregulamentação das elevadas taxas de encargos sociais e fiscais brasileiras.

A presente pesquisa será desenvolvida no âmbito do subsetor de edificações. Este subsetor caracteriza-se pela produção de obras com finalidade habitacional, comercial e de prestação de serviço, podendo ser públicas ou privadas. No contexto da presente pesquisa, mais relevante que a finalidade das edificações é o seu processo de produção.

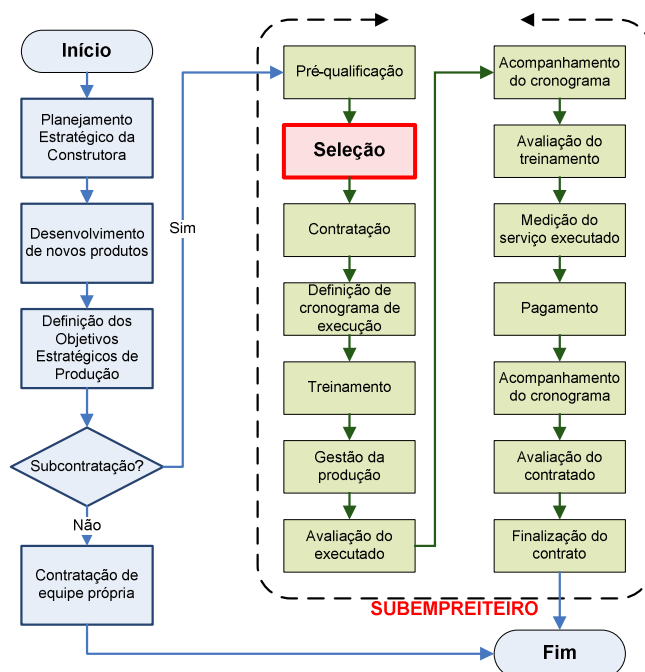


Figura 2.1 - Fluxo do processo de subcontratação em uma empresa construtora

Como pode ser observado na Figura 2.1 o processo de seleção de subempreiteiros, o problema principal deste estudo, é apenas uma das várias etapas do processo de contratação de prestadores de serviço. No entanto, é a partir dela que pode ocorrer o bom ou mau desempenho na relação contratante-contratado.

As etapas descritas na Figura 2.1 passam desde a estratégia até a operacionalização de contratação de um prestador de serviço uma determinada atividade. Dentre as principais etapas do relacionamento construtora-subempreiteira destacam-se:

- as etapas anteriores a contratação, que são compostas por pré-qualificação e seleção que é o foco desta pesquisa;
- as etapas posteriores a contratação, compostas de definição do cronograma, treinamento, gestão, avaliação do executado, acompanhamento do cronograma e etc. Que são as etapas que determinam se há um bom ou mau relacionamento entre as partes.

O processo de produção das obras no subsetor de edificações é conhecido como um processo que utiliza subcontratação de mão-de-obra. A razão para essa utilização é proveniente de objetivos estratégicos estabelecidos pela construtora, tais como o aumento da flexibilidade, a utilização de mão-de-obra mais qualificada, a transferência de responsabilidade técnica, entre outros.

A contratação de prestadores de serviço pode ter como objeto uma edificação completa ou parte dela, os serviços que a compõem ou até mesmo tarefas específicas como limpeza ou colocação de vidros.

Como pode ser observado, neste item foi utilizada a denominação contratação de prestadores de serviço para designar a transferência de serviços que compõem o processo de produção para terceiros. No próximo item será apresentada a diferença entre quatro designações encontradas na bibliografia para se referir a este tipo de relação contratual.

2.2 - CONTRATAÇÃO DE SERVIÇOS NA CONSTRUÇÃO: DESVERTICALIZAÇÃO, TERCEIRIZAÇÃO, SUBCONTRATAÇÃO OU SUBEMPREGADA?

Domberger (1998) define o processo de desverticalização ou terceirização como a transferência de atividades tradicionalmente executadas internamente por uma empresa, para uma ou mais empresas externas ou prestadoras de serviço. Esta afirmação permite aferir que o autor considera desverticalização e terceirização como sinônimos.

Greaver (1998) considera que a desverticalização é o ato de transferir algumas atividades anteriormente executadas pela organização para agentes externos, conforme especificações constantes em contratos previamente determinados. A fundamentação da desverticalização está na transferência das atividades e processos realizados internamente para prestadores de serviço externos, o que permite que a empresa concentre recursos no desempenho dos seus principais processos (BRAND, 2004).

Historicamente, o processo de desverticalização empresarial em produtos e serviços foi observado em meados do século 18. Na Europa e Austrália, esse tipo de relação empresarial dominou principalmente durante a revolução industrial (DOMBERGER, 1998). No Reino Unido a desverticalização foi implantada durante os séculos 18 e 19 na manutenção da iluminação de rodovias (PIRKATIS & NIKITAKOS, 2006).

Na indústria brasileira, a partir de meados da década de 60, conforme Leite (1999), o setor automobilístico foi dominado pelas chamadas montadoras. Deste então, este setor empregou largamente a desverticalização na produção de peças e componentes adquiridos de diversos fornecedores, contratados principalmente junto ao mercado local.

A prática da desverticalização, no Brasil, teve um maior crescimento a partir da década de 80, inicialmente nas áreas de apoio – segurança e alimentação, e posteriormente se estendeu a outras atividades, como a área de tecnologia da informação. Durante essa década, alguns setores transferiram para prestadores de serviço os processos de produção de peças e componentes de baixo valor agregado e que necessitavam de tecnologias relativamente simples (SERRA, 2001).

A desverticalização está difundida em quase todas as atividades que compõem o ciclo de vida dos produtos, tanto na concepção de desenho do produto, pesquisa e desenvolvimento de marketing, incluindo a logística e a manutenção preventiva/corretiva. Algumas organizações vão mais longe e para muitos dos seus produtos, não participam em nada da etapa da produção (GROSSMAN & HELPMAN, 2002).

Essa prática é usualmente adotada pelas empresas quando elas não possuem capacidade financeira ou tecnológica de produzir algo internamente. Contudo, outros autores definem que esse tipo de relação empresarial é utilizado, principalmente, para as atividades de suporte. No entanto, as empresas, atualmente, já transferem atividades como as de planejamento estratégico, marketing, vendas, tecnologia da informação, logística e outros itens que não fazem parte, necessariamente, do processo de produção, ou atividade fim da empresa (PAPADAKIS, 2002).

Nos setores de tecnologia da informação, logística e serviços de manufatura, é amplamente empregada a transferência de operações para outras organizações, pois esse processo é visto como uma importante ferramenta para a reestruturação empresarial (GREAVER, 1998; LACITY & HIRSCHAREIM, 1995; LYNCH, 2000; MOMME, 2002).

Para alguns pesquisadores como Marchisio (1990); Piore (1991); Coriat (1994) e Schmitz (1995) esse processo pode ser chamado, também, de especialização flexível e seria um dos elementos básicos do modelo industrial japonês. Esse modelo foi baseado em novas formas de organização da produção e do trabalho, novas relações industriais e uma rede de cooperação inter-empresarial, em que pequenas e médias empresas interagem com as grandes empresas (KAGAMI, 1993).

Várias vantagens são verificadas na adoção desse processo. Segundo Pirkatis & Nikitakos (2006) o processo de desverticalização pode aumentar a capacidade competitiva e a habilidade da organização para as mudanças de produção, bem como a possibilidade de corte em investimentos em tecnologia e conhecimento.

Quin-Himler (1994) cita exemplos de empresas que transferem etapas de seu processo de produção em grande escala. Segundo o autor a empresa *Nike*® transfere a sua produção e marketing, e ainda, empresas como a *Chrysler*® e *Ford*® usualmente não participam da

metade da produção dos seus veículos. E similarmente, a *Boeing*® participa com apenas 10% da produção dos *Boeings*® 767. A *Toyota*® também transfere uma grande parte da sua produção. Todas essas empresas transferem, principalmente, a produção de peças.

A escolha estratégica da transferência de operações tem como principal objetivo aumentar a competitividade das empresas. Para Quinn (1999) esta transferência não está intimamente relacionada com redução de custo, mas com estratégias de acessar melhores tecnologias, inovação, qualidade e uma forma prática de agregar valor à produção. Assim, as empresas buscam concentrar seus esforços nas metas de longo e médio prazo e na diversificação de oportunidades mercadológicas.

O sistema tradicional de desverticalização tem progredido para um modelo estratégico, no qual as atividades potenciais para essa metodologia têm evoluído de atividades periféricas ou de apoio - limpeza, alimentação e segurança - para processos considerados estratégicos para a empresa - *design*, manufatura e comercialização (BRAND, 2004).

Esse tipo de relação empresarial passou a ser amplamente empregado quando da aceleração no desenvolvimento das multinacionais. Nesta ocasião, as empresas, além das questões estratégicas da produção, buscavam produzir com menor custo, transferindo a manufatura dos produtos para países onde as leis trabalhistas e ambientais eram menos rígidas e a mão-de-obra mais barata (LOCKE, 2002).

Um produto *Nike*®, por exemplo, era desenvolvido por meio de relações entre empresas taiwanesas e coreanas em que, em algumas dessas organizações, a *Nike*®, gera o design e o estilo dos novos produtos e envia para as empresas que geraram o protótipo. Quando aprovada as especificações desse produto, são enviadas a várias outras empresas do sudeste asiático e, imediatamente, é possível produzir em grande escala esses produtos (LOCKE, 2002).

Atualmente, as empresas buscam na desverticalização, o aumento da flexibilidade empresarial, o incremento da produtividade e competitividade, a redução de custos e a transferência de riscos por meio da delegação de atividades para operários especializados nas suas funções (SERRA, 2001).

Obedecendo a esses novos preceitos, as empresas têm racionalizado seu desempenho, empregando técnicas administrativas mais apuradas e ainda reduzindo o seu quadro de colaboradores, tanto em função de questões relacionadas às dificuldades das leis trabalhistas brasileiras, bem como da especialização dos serviços. O propósito é possuir uma equipe mais enxuta e seleta, e, conseqüentemente, utilizar os mecanismos de subcontratação dos demais serviços.

Do exposto acima, observa-se que a desverticalização é uma estratégia, que mais do que diminuir custo, visa aumentar a flexibilidade e inserir mão-de-obra especializada na produção. Por esta razão pode se explicar a denominação desverticalização, uma vez que os serviços transferidos aos prestadores de serviço passam a ser paralelos à montagem do produto final diminuindo assim a quantidade de atividades que constituem essa montagem.

A desverticalização consiste principalmente na transferência das atividades e processos realizados internamente nas empresas para prestadores de serviço externos, permitindo assim que as empresas concentrem recursos e esforços no desempenho dos principais processos da instituição (BRAND, 2004).

Destarte, o processo e o controle da desverticalização devem ser muito bem administrados, pois a instituição contratante coloca sob responsabilidade de outrem, parte de seus processos produtivos e empresariais, assim como o próprio futuro estratégico da empresa.

Diversos são os fatores internos e externos ao processo produtivo que afetam a opção de desverticalizar as ações das empresas.

De acordo com Pagnani (1989), o subsetor de edificações realiza a subcontratação por especialidade, de forma a buscar inovações tecnológicas. Mas, também pode ser devido à incapacidade produtiva do contratante, ou subcontratação por economia relativa ao custo do serviço ou à economia de escala, que só pode ser conseguida pelo subcontratado.

Segundo Serra (2001) o acesso à determinada tecnologia é mais fácil quando existe a desverticalização e, conseqüentemente, há uma redução nos investimentos tecnológicos. Simultaneamente gera uma redução dos ciclos de desenvolvimento de produto, favorece a

construtora quando há uma flutuação na demanda por produção e promove o acesso a conhecimentos e capacidades de fornecedores especializados.

Alguns autores, tais como Pires (2004) e Brand (2004), argumentam que a vantagem na utilização do processo de desverticalização está na maximização dos retornos sobre investimentos internos por meio da concentração de investimentos no que a empresa desempenha melhor.

Economicamente, com a desverticalização, verifica-se uma transformação de custos fixos em custos variáveis, melhoria na qualidade e no tempo de atendimento ao cliente, por meio do repasse de um processo não essencial para um fornecedor especializado (SERRA, 2001).

Os principais riscos identificados com relação a um processo de desverticalização foram, segundo Pires (2004) e Brand (2004):

- a inexistência de fornecedores que atendam a todos os requisitos pré-estabelecidos;
- forte resistência a mudanças apresentadas pelos subcontratados;
- problemas de ordem jurídica com a legislação trabalhista e com sindicatos locais;
- certa possibilidade de perda do controle sobre o processo e criação de potenciais competidores;e
- dependência de fornecedores especializados gerando um grande problema em tempos de mercado em expansão.

Pelo exposto pôde ser constatado que, quando os autores se referem à desverticalização, não se trata apenas da transferência do serviço. Os prestadores de serviço, em alguns dos casos, são responsáveis, também, pelo fornecimento de matéria prima para a realização dos serviços.

Para identificar o significado do termo terceirização, também foi analisada a literatura especializada que trata do tema. Matteo e Bessa (2005) apontam que a terceirização consiste na existência de um terceiro especialista, chamado fornecedor ou prestador de serviços que, munido de conhecimentos técnicos, presta serviços especializados ou produz

bens, em condição de parceria, para a empresa contratante chamada de tomadora ou cliente.

De acordo com Brandli et al. (1997), a terceirização é identificada como o processo por meio do qual, as empresas transferem para terceiros suas atividades-meio, ou seja, atividades de apoio, enquanto a subcontratação refere-se à transferência de atividades-fim, caracterizadas pelas etapas do processo produtivo. Assim como, para Leiria (1992), terceirizar é agregar uma atividade de uma empresa (atividade-fim) na atividade-meio de outra empresa.

Contudo, Oliveira (1999) considera as denominações de empresa tomadora de serviço e empresa prestadora. Em função destas denominações, considera a terceirização o que liga uma empresa tomadora à empresa prestadora de serviços, mediante contrato regulado pelo direito civil, comercial, ou administrativo, sendo sua finalidade realizar serviços coadjuvantes da atividade-fim. A empresa prestadora de serviços responde pela sua execução, não tendo a empresa tomadora qualquer possibilidade de ingerência na mão-de-obra da empresa prestadora.

Na construção civil, a terceirização é empregada, sobretudo, nas etapas de projeto e planejamento do empreendimento. Recentemente, algumas empresas passaram a terceirizar também serviços de apoio, como o de recursos humanos, de segurança, de alimentação, entre outras (SERRA, 2001).

Do ponto de vista da parceria, pode haver um compartilhamento de riscos com os fornecedores e com os subempreiteiros que geralmente são mais especializados na execução dos serviços. Pode, também, ocorrer um aumento significativo na eficiência e na eficácia do processo como um todo; na redução dos estoques globais da cadeia produtiva, dos retrabalhos, desperdícios e do número de fornecedores; racionalização e padronização de componentes; e a possibilidade de aumento percentual dos itens no sistema *JIT – Just-in-time*. Assim sendo, reduz-se o tempo de estocagem de suprimentos e aumenta-se a flexibilidade do processo produtivo, aumentando a frequência da pontualidade nas entregas das etapas de execução dos serviços. Estes aspectos acarretam maior colaboração no desenvolvimento e na definição de um produto mais adequado (SERRA; 2001).

Serra (2001) diferencia subcontratação de terceirização na construção civil considerando que na primeira o contratante tem responsabilidade ou ingerência sobre o objeto contratado e na segunda não tem.

A autora define a subcontratação no ramo da construção civil, como a transferência das atividades ligadas à produção para as pessoas físicas ou jurídicas, contratadas para execução de partes perfeitamente definidas do empreendimento com anuência e sob a responsabilidade técnica do empreiteiro principal. Contudo, a terceirização é a transferência das atividades ligadas à produção para pessoas físicas ou jurídicas; essas são contratadas para a execução de partes, etapas ou sistemas perfeitamente definidos do empreendimento, que são realizados com total autonomia e cujos riscos e garantias são de responsabilidade do contratado (SERRA, 2001).

Embora não exista referência na bibliografia sobre um consenso em termos do significado do termo terceirização, pode-se depreender, entre os autores pesquisados, que ele é associado a um contrato de prestação de serviço, que pode ou não incluir fornecimento de matéria prima. Além disto, deve existir uma relação de parceria permanente entre o contratado e o contratante e há transferência da responsabilidade sobre o serviço para o contratado.

De maneira geral, há certa tendência em confundir terceirização com subcontratação. De fato, a diferença entre ambas é muito sutil, e os termos são utilizados no contexto do mercado da construção civil, como sinônimos. A característica apontada acima para a terceirização foi encontrada em autores especializados.

Segundo Lordsleen (2002), a norma NBR 5670 define a subcontratação como o ato pelo qual o contratado confia à outra pessoa física ou jurídica a execução de todo ou de parte do serviço. Segundo o autor, a subcontratação está relacionada à transferência de responsabilidade sobre um serviço prestado.

Na Lei 8.666, de 21 de junho de 1993, não foi encontrada uma definição de subempreitada. Apenas de empreitada global, por preço unitário e empreitada integral. Nesta lei é feita referência à tarefa como um regime de contratação. Lá é proposta sua utilização quando da

contratação de pequenos trabalhos com preço certo, com ou sem fornecimento de mão de obra.

Brandli (1998) define que empreiteiras de mão-de-obra global são as empresas que fornecem mão-de-obra para execução de toda a obra. Os subempreiteiros de serviços específicos são empresas ou pessoas físicas responsáveis pela execução de determinados serviços, não possuem vínculo empregatício com a empresa que a contrata, seja ela uma empresa de construção ou uma empreiteira de mão-de-obra.

De acordo com o SiQ – Serviços e Obras - PBQP-H (2002), a subempreitada de serviço é a contratação de fornecedor de serviço ou subempreiteiro, pela empresa construtora, para a execução de determinada parte de uma obra. Subempreiteiro é o fornecedor de um serviço para a empresa construtora, decorrente da necessidade de execução de uma determinada parte de uma obra. Esse fornecimento implica na delegação de direitos e obrigações da empresa construtora para o subempreiteiro frente ao cliente.

Na subempreitada, o interesse principal, muitas vezes, é a contratação de pessoal para quando a empresa tem maiores necessidades de produção ou de especialização, em que, geralmente, não ocorre fornecimento de material. No entanto, é comum o fornecimento de equipamentos.

Diante das proposições conceituais sugeridas na bibliografia, o presente estudo utilizará o termo subempreiteira para designar uma empresa ou pessoa física contratada para realizar determinada atividade na construção de um empreendimento, onde não está em jogo a relação de parceria entre o contratado e o contratante, pois se esta estiver presente, é provável que prevalecerá em relação a qualquer critério de seleção. Além disto, poderá ou não ocorrer fornecimento de material por parte do contratado.

No próximo item será caracterizado o processo de subcontratação no âmbito da produção de edificações. Antes, porém, ressalta-se que, embora a discussão realizada neste item não tenha apresentado um consenso, nas pesquisas consultadas, sobre o significado dos termos desverticalização, terceirização, subcontratação e subempreitada, ela possibilitou identificar a ambigüidade existente no trato do tema, tanto na literatura como no próprio

setor industrial. Isto aponta para a necessidade de aprofundamento de tal discussão para as pesquisas no tema.

2.2.1 - O Processo de Subcontratação no Âmbito da Produção de Edificações

A heterogeneidade ocasionada pela variabilidade do padrão concorrencial e do processo produtivo na indústria da construção civil segmenta o setor em várias classificações.

Assim sendo, a caracterização do setor da construção civil é usualmente diferente da indústria de produção seriada. O seu processo retrata uma sucessão de fases com coordenação distinta, relações bilaterais e pouca integração entre os principais agentes (projetistas-construtor, construtor-subempreiteira, cliente-construtora) além de grande dispersão de responsabilidade (STEPPAN, 2006).

As instalações para a manufatura do produto são desenvolvidas em torno dele, e algumas distorções do processo produtivo, somente podem ser encontradas no decorrer da manufatura ou na exposição ao uso.

Comumente, as obras e os projetos são planejados separadamente, com alto grau de incerteza e pouco retorno de avaliações pós-ocupações (STEPPAN, 2006).

A indústria da construção civil também apresenta grande variabilidade tecnológica onde coexistem processos produtivos dos mais tradicionais aos mais modernos. Apresenta-se como um setor em que o capital privada nacional é uma das maiores fontes de recursos o que difere o setor dos demais, que tem maior participação de capital estrangeiro e/ou estatal.

Além dessa variabilidade a construção civil foi considerada durante muito tempo como uma das principais indústrias em atraso. O setor era conhecido por uma produção não seriada, com dificuldades em gerir os seus processos e, principalmente, desperdiçar parte dos recursos naturais e subutilizar mão-de-obra. Destaca-se no Brasil a baixa produtividade do setor. De acordo com Colombo & Bazzo (2000) a baixa produtividade da construção civil pode estar relacionada à baixa qualificação do trabalhador, a pouca adesão de inovações tecnológicas e ao alto grau de desperdício.

Atualmente, o cenário vem sofrendo grandes modificações devido a vários fatores tais como: o aumento de financiamento da produção, a forma de captação de recursos pelo mercado de capitais, aumento da competitividade, retração e aumento dos níveis de exigência do mercado consumidor. Nesse contexto, as empresas do setor de construção civil vislumbram maiores margens de lucro a partir da redução dos custos, do aumento da produtividade e da procura por soluções tecnológicas e de gerenciamento de produção (STEPPAN, 2006).

Na construção civil, as atividades podem ser executadas por diversos atores, sendo que o regime de contratação também pode variar, em função do tipo da atividade, relevância, tempo de execução, entre outros fatores.

A construção civil, bem como os demais setores da economia, tem absorvido gradativamente o processo de subcontratação no seu processo de produção, acompanhado pelo desenvolvimento tecnológico das relações empresariais industriais.

Um dos caminhos de modernização e racionalização do processo de construção é a substituição das atividades tradicionalmente realizadas no canteiro, com o uso de mão-de-obra própria ou subcontratadas, pela subcontratação de atividades ou etapas da construção. Para isso são utilizados os serviços de empresas especializadas que atuam na obra, para realizar atividades de montagem ou de produção industrializada de determinado subsistema ou serviços. Trata-se de uma estratégia de modernização do processo de produção em que atividades, outrora, desempenhadas pela construtora principal são delegadas a terceiros (SILVA & ARIENTI, 2006).

Dessa forma, as medidas necessárias para adequar o setor às novas formas de organização da produção alteram as estruturas tradicionais das construtoras brasileiras. Neste aspecto, tem-se, ultimamente, observado aquilo que Porter (1996) chamou de baixos níveis de integração vertical nas empresas e responde por uma nova realidade de combinação de processos de produção, distribuição, vendas e/ou outros processos econômicos tecnologicamente distintos, dentro de uma mesma empresa. Essa realidade tem levado as empresas de construção a adotar a prática da subcontratação de serviços (FARAH, 2003).

No processo de produção de edificações, a intensificação da utilização de mão-de-obra é dependente do planejamento das atividades, e ainda, deve ser realizada de forma a evitar a ociosidade e a rotatividade dos funcionários durante a execução da obra (KOSKELA¹, 1992 apud CARVALHO, 1998). Considerando que a descontinuidade dos serviços nas construtoras é inerente às características do processo de produção, a subempreitada de serviços pode ser vantajosa por introduzir neste processo, equipes mais especializadas e incorporar em sua essência, os benefícios da absorção de produtividade e melhoria dos serviços pela sua repetição.

Esta característica positiva da subcontratação se opõe à falta de continuidade do processo causada pela mudança das equipes e o aumento da diluição da responsabilidade (SILVA, 1986). Apesar disto, é inegável que a subempreitada surge como uma forma organizacional que se justifica por vários motivos. Entre eles, o caráter temporário dos projetos característicos do setor, que requerem uma demanda variável de mão-de-obra, a falta de uma continuidade no processo produtivo, a utilização de técnicas específicas para cada obra e, principalmente, as incertezas do mercado e a necessidade de flexibilidade de mudança.

No Brasil, desde a década de 80 já se observa um crescente emprego da subempreitada como uma das estratégias adotadas pelas empresas de construção de edificações. Essa mudança estratégica conduziu a um movimento de enxugamento das atividades das construtoras que procuraram contratar parte significativa da obra junto a terceiros (FARAH, 2003).

Esse tipo de contratação de serviços se dá por meio de um contrato de empreitada que é aquele em que o construtor-empregado faz uma obra ou sub-etapa pré-definida, para o proprietário, sem subordinação ou dependência direta, executando os serviços pessoalmente ou por terceiro, dando material e mão-de-obra ou somente mão-de-obra, por preço determinado ou valor estipulado, percentualmente, pela quantidade de trabalho (MILHOMENS & ALVES, 1996).

¹ KOSKELA, L. **Application of the New Production Philosophy to Construction**, Technical Report N° 72, Berkeley, 1992.

A prática da subempreitada também reduz custos de deslocamentos de pessoas, de máquinas e de monitoramento. Se a empresa subempreitar uma atividade, ela restringe sua responsabilidade ao monitoramento da qualidade do serviço subcontratado. Porém, se a empresa integrar essa atividade, ela deverá conhecer detalhadamente todo o processo de produtivo, o que pode elevar os custos, além de ser também, necessário o monitoramento.

Os prestadores de serviço têm um grande poder sobre o processo produtivo. Com isso é de se esperar que as empresas irão além da relação de subcontratação. Não é suficiente gerenciar e controlar uma parte limitada da obra, se o conjunto dos intervenientes da cadeia escapa ao controle do sistema (HATCHUEL apud CARDOSO, 1997).

Contudo, a própria subcontratação explora diferentes enfoques ou estratégias de atuação, dependendo dos propósitos da empresa contratante. Considerando a instabilidade do mercado e a particularidade de cada empresa, verifica-se que a alternativa em subcontratar o processo produtivo pode ser interessante por permitir flexibilidade na opção por diferentes estratégias de atuação (SERRA, 2001).

Dessa maneira, a estratégia de subcontratar possui vantagens e desvantagens e precisa ser analisada conforme o planejamento estratégico de cada organização. Entretanto, o foco do trabalho não é o planejamento estratégico, mas a seleção de subempreiteiros existindo ou não este planejamento nas pequenas e médias empresas de construção do DF. Por este motivo, no próximo item serão apresentados os elementos teóricos relativos aos métodos de escolha multicritérios.

2.3 - MÉTODOS DE APOIO À DECISÃO

Pelo exposto no item anterior, verifica-se que a seleção de prestadores de serviço é um problema que como a maioria dos problemas econômicos, industriais, financeiros ou políticos são problemas de decisão multicritério. Segundo Roy (1986), decisões são tomadas quando se escolhe fazer ou não fazer algo. Essas decisões relatam os objetivos das organizações, sejam planos de crescimento, implementação de estratégias, desenvolvimento político, dentre outros fatores que podem ser considerados.

O homem tenta resolver os problemas complexos de tomada de decisão desde tempos mais remotos, apoiando-se em abstrações e raciocínios dedutivos, com o objetivo de orientar e validar as suas escolhas (GOMES et al., 2004).

A decisão apresenta-se como uma das mais importantes atividades dos gestores em todas as áreas de atuação, inclusive na construção civil. De acordo com Marçal e Susin (2005), mantenedores, engenheiros, entre outros profissionais da área, confrontam-se periodicamente com complexas tarefas do processo construtivo. Para se assegurarem de cumprir tais tarefas assertivamente, os profissionais podem utilizar uma série de ferramentas que os auxiliem no processo de tomada de decisões.

Alguns dos primeiros estudos formalizados nesse assunto surgiram após a Revolução Francesa com as publicações de Borda e Condorcet. Estes autores desejavam resolver problemas em que diversas pessoas opinavam, em especial, na situação da atribuição de penas a réus em um tribunal. Uma variação desse método, desenvolvido por Borda vem sendo exaustivamente usado em competições esportivas, como nos campeonatos de futebol em que se utiliza uma pontuação conhecida por Votação de Borda² (BARBA-ROMERO & POMEROL, 1997).

Até a primeira metade do século XX, utilizavam-se apenas relações matemáticas simples, como por exemplo, a matriz de decisão, para a tomada de decisões. Porém em muitas situações, observou-se que o risco associado a tal procedimento não era aceitável.

Somente a partir do fim da Segunda Guerra Mundial, com a experiência adquirida pelas tropas aliadas em relação à solução de problemas logísticos militares, é que várias instituições de pesquisa dedicaram-se à análise e à preparação de decisões, utilizando-se da Pesquisa Operacional. (GOMES et al., 2004).

² Votação de Borda é um processo eleitoral proposto pelo matemático francês Jean-Charles Borda em 1770. Segundo esta metodologia, os candidatos são ordenados segundo as preferências de cada eleitor; na contagem, a cada posição na ordenação é atribuída uma pontuação: 1 ponto para o último classificado, 2 para o penúltimo, 3 para o antepenúltimo etc, ou seja, a distância entre cada preferência deverá ser de apenas um ponto. No final os pontos são somados para decidir qual a alternativa que ganha. Este sistema leva em consideração não apenas a primeira escolha de cada eleitor, como também todas as outras, de modo que nem sempre o candidato mais vezes colocado em primeiro lugar é o vencedor. (BARBA-ROMERO & POMEROL, 2000)

Segundo Cavassin (2004) com o fim da guerra, muitos desses pesquisadores foram absorvidos pela iniciativa privada e pela administração pública em geral e perceberam que seus estudos poderiam ser adaptados a problemas relacionados a diversas áreas, principalmente na engenharia, nos diversos níveis da administração pública e empresarial, na economia, nas ciências sociais e ambientais, entre outras.

Contudo, somente no final da década de 60 surgiu uma metodologia até então distinta das demais, devido à capacidade de desenvolver um conjunto de condições e meios que servem de apoio às decisões, fundamentada principalmente nas percepções dos indivíduos que participam do processo decisório. Essa metodologia, denominada de multicritério, visa então auxiliar a tomada de decisões quando da existência de problemas complexos (BAPTISTA, 2002; MARINS & COZENDEY, 2005).

Desde o seu surgimento, o estudo de problemas de decisão que estão inseridos em um ambiente complexo, tem sido objeto de preocupação de estudiosos sobre o assunto. É destacada a existência de alguns métodos aplicados aos problemas de decisão com múltiplos critérios, principalmente dentro da área da Pesquisa Operacional. Essa área de estudo, as das Pesquisas Operacionais, foram as precursoras no estudo à Modelos de Apoio à Decisão Multicritério – *MCDA*.

Contudo, um dos principais propósitos dos Modelos de Apoio à Decisão Multicritério é oferecer ao decisor algumas ferramentas capazes de torná-lo apto a resolver problemas levando em consideração os mais diversos pontos de vista (VINCKE, 1992). Esses modelos não visam apenas encontrar uma solução que seja uma verdade única representada pela ação selecionada, e sim apoiar o processo de decisão (GOMES, 1999).

2.3.1 - Métodos de Apoio à Decisão Multicritério

As metodologias Multicritério de Apoio à Decisão (*Multicriteria Decision Aid – MCDA*) objetivam auxiliar analistas e decisores em situações nas quais há a necessidade de identificação de prioridades sob a ótica de múltiplos critérios, o que ocorre normalmente quando coexistem interesses em conflito (GOMES, 1999).

As teorias de apoio a decisões são uma base de conhecimento que pode auxiliar no processo decisório em situações complexas ou de incerteza. Um problema de decisão geralmente atrai a atenção de grupos com interesses divergentes, encerra visões controversas e conflituosas e tem múltiplos objetivos e alternativas (LUZ, 2006).

Em um problema multicritério é necessário, em primeiro lugar, estabelecer qual o objetivo da análise. Podem ser definidas quatro problemáticas multicritério: correta descrição do problema, ordenação, escolha e alocação em classes. Para cada uma destas problemáticas são definidas as alternativas, os critérios, o método a ser usado e quem atua como decisor – aquele que emite juízos de valor sobre as alternativas e os critérios (MARINS & COZENDEY, 2005).

A totalidade das conseqüências de decisões alternativas pode não ser conhecida *a priori*, nem mesmo uma distribuição de probabilidades destas conseqüências. Adicionalmente, algumas alternativas de decisões assumidas podem levar a conseqüências irreversíveis, o que aumenta a responsabilidade de quem decide (KEENEY & RAIFFA, 1976).

Em decisão sob múltiplos critérios, o grupo de trabalho pode incluir partes interessadas, de dentro e de fora da empresa, especialistas no assunto e um analista de decisão. Com base nos vários pontos de vista em jogo, o problema é dividido nos múltiplos aspectos de interesse, que serão os critérios de julgamento, são calculadas suas importâncias relativas e listadas as alternativas de decisão (KEENEY & RAIFFA, 1976, CHIOU & TZENG, 2002).

Os autores listados a seguir desenvolveram estudos aplicando métodos multicritérios para diferentes situações. A principal contribuição dos estudos é identificar variáveis antes desconhecidas aos problemas pesquisados.

Rahman & Kumaraswamy (2005) examinaram um conjunto de critérios para seleção de projetistas pela ótica de contratantes, clientes, subcontratados e fornecedores, mediante uma pesquisa realizada com 67% dos respondentes pertencentes a Hong Kong e os demais pertencentes a diferentes países. Uma das principais contribuições da pesquisa foi a conclusão de que esse problema de seleção pode ser melhor compreendido quando equacionado com múltiplos critérios.

Baptista (2002) apresentou uma sistemática para auxiliar na avaliação de sistemas de qualidade de um ambiente de produção, com base em um modelo construído em métodos multicritério. O autor concluiu que o método introduz uma nova abordagem à qualidade, pois, com o auxílio do modelo, foi possível inserir variáveis subjetivas a avaliação dos sistemas de qualidade.

Szajubok et. al. (2006) em seu estudo classificou, em três categorias, com a utilização de algoritmos *ELECTRE TRI*, materiais estocados em canteiro de obras. E verificou em um estudo de caso que avaliar estoques por meio de múltiplos critérios pode gerar economia de materiais. A principal contribuição da pesquisa foi atribuição de pesos para os critérios selecionados para ordenação desses materiais e a necessidade de uma avaliação multicritério para o problema.

Morais & Almeida (2002) aplicaram os modelos multicritério: *ELECTRE TRI* e *PROMETHEE II*, para auxiliar a tomada de decisão na alocação de investimentos para redução de perdas de água.

Alencar et al. (2003) aplicaram o *PROMETHEE* para selecionar as atividades críticas durante o planejamento de médio prazo, ao longo das etapas da gestão de projetos na construção civil. A principal contribuição dessa pesquisa foi que uma linguagem multicriterial pode reduzir o risco de atraso no desenvolvimento do projeto.

Zavadskas et al. (1998) propuseram um modelo multicritério para tomada de decisão direcionada à fase de manutenção da construção, com o objetivo de mostrar um caminho para realização de atividade que possibilitem aumentar a vida útil em um empreendimento.

Dey (2002) apresentou uma abordagem quantitativa para gerenciamento de risco na construção civil por meio do *AHP* e da árvore de decisão. Tal estudo foi desenvolvido tendo como base as incertezas existentes nos projetos de construção civil, pelo envolvimento de vários agentes, longas durações e definições de escopo inapropriadas. Neste estudo, pode ser observado as possibilidades de uso de variáveis qualitativa no processo decisório.

Avaliando os exemplos apresentados pôde ser observada a vasta possibilidade de utilização dos modelos multicritérios. É importante salientar, que existem vários métodos desenvolvidos para a abordagem e tratamento de problemas com múltiplos critérios. No entanto, destacam-se dois grupos representativos de escolas citados na literatura (ALMEIDA & COSTA, 2003):

- Escola americana: destaca-se a Teoria da Utilidade Multiatributo, *AHP*, *MACHBETH*;
- Escola européia ou francesa: destacam-se os métodos de sobreclassificação, em especial os da família *ELECTRE* e família *PROMETHEE*.

Outras abordagens ou métodos são apresentados na literatura, tais como: programação matemática multiobjetivo, matriz de decisão, redes neurais, entre outros. A escolha do método depende de vários fatores destacando-se as características do problema analisado, o contexto considerado, a estrutura de preferências do decisor e a problemática em si (ALMEIDA & COSTA, 2003).

2.3.2 - Escola Americana de Decisão Multicritério

A Escola Americana é usualmente apresentada por trabalhar basicamente com a Teoria da Utilidade Multiatributo e com o Método de Análise Hierárquica - *AHP*. No entanto, o *MACBETH* é considerado um modelo oriundo dessa escola de decisão.

A Teoria da Utilidade Multiatributo baseia-se na hipótese de que, em qualquer problema de decisão, existe uma função sobre o conjunto de alternativas, que o tomador de decisão deseja examinar, consciente ou inconscientemente. Essa função, permite agregar os critérios ou os atributos.

Essa teoria assume que o tomador de decisão é capaz de identificar várias alternativas para serem avaliadas e é capaz de estruturar os critérios, pelos quais as alternativas serão analisadas de uma maneira hierárquica.

Embora aplicada em muitas decisões, apresenta risco em razão dos axiomas envolvidos no seu processo de elaboração.

A metodologia consiste em escolher uma alternativa, em um conjunto de alternativas viáveis, que melhor satisfaça o resultado esperado, dentro de uma escala de valoração. Na análise desta função de valor consideram-se: hipóteses quanto à preferência do decisor e o conceito de dominância entre as alternativas e suas conseqüências.

Esta teoria baseia-se em axiomas. Se o decisor aceitar estes axiomas como válidos, universais e se os mesmos são racionais, então aceitará as preferências indicadas pelo método (GOMES et al., 2004).

- ***AHP - Analytic Hierarchy Process***

O Método *AHP* foi elaborado por Saaty em 1980. Nesse tipo de modelagem, o problema de decisão é dividido em níveis hierárquicos, o que facilita a elaboração de uma solução estratégica para o problema multicritério.

O Método *AHP* Clássico divide o problema em níveis hierárquicos, determina de forma clara e por meio de síntese uma medida global para cada uma das alternativas, priorizando-as e classificando-as ao finalizar o processamento.

Depois de classificar a hierarquia o decisor faz uma comparação, par-a-par, de cada elemento de um mesmo nível hierárquico. Nessa matriz o decisor representará, a partir de uma escala pré-definida, sua preferência entre os elementos comparados, sob o enfoque de um elemento do nível, imediatamente superior, ao nível que está sendo comparado (GOMES et. al., 2004).

As comparações par-a-par, referenciadas a um determinado critério do nível superior, são realizadas em todos os níveis da árvore hierárquica que foi montada para o apoio à decisão. Após essas comparações, é gerada uma matriz, denominada como matriz dominante, que expressa o número de vezes em que uma alternativa domina, ou é dominada pelas demais. Desta comparação, pode-se identificar a alternativa que apresentou desempenho superior em um número maior de critérios.

Ao método *AHP* Clássico, atualmente apresenta algumas evoluções, como por exemplo o Método *AHP* Referenciado, este surgiu a partir de controvérsias relacionadas aos valores dos critérios e alternativas. Além desse, outras evoluções podem ser observadas, tais como uma evolução do *AHP* que surgiu a partir de controvérsias sobre a ocorrência da inversão de ordem com a introdução de uma nova alternativa.

Dentre os métodos existentes, o processo de análise hierárquica *AHP* (*Analytic Hierarchy Process*) é segundo Salomon & Montevechi³ (1999) *apud* Salomon (2002), possivelmente o mais conhecido e mais usado em decisão multicritério. O método é abundantemente explorado na literatura (Partovi et al., 2002; Liu & Hai, 2005) e sua fundamentação e procedimentos são descritos em Saaty (1991) e Forman & Selly (2001).

Segundo Forman & Selly (2001), o *AHP* obriga decisores a considerar percepções, experiências, intuições e incertezas de modo racional, gerando escalas de prioridade ou pesos. É uma metodologia de decisão compensatória, porque alternativas frágeis para um objetivo podem ter desempenho forte em outros objetivos. O *AHP* opera em três passos:

- i) descrição da situação complexa de interesse sob a forma de hierarquias conceituais, formadas por critérios e subcritérios até que, segundo os decisores, o enunciado do problema tenha sido suficientemente descrito;
- ii) comparação duas a duas das influências dos critérios e sub-critérios nos entes superiores da hierarquia; e
- iii) computação dos resultados, o enunciado do problema deve ficar estruturado de modo hierárquico.

Wang & Yang (2007) utilizaram a técnica *AHP* para auxiliar no processo de decisão de terceirização dos Sistemas de Informação nas empresas, onde os Critérios utilizados foram economia, recursos, estratégia, risco, administração e qualidade. Esse estudo teve como principal contribuição a apresentação de uma análise multicritério para seleção de prestadores de serviço e o vetor de pesos para os critérios.

³ SALOMON, V. A. P. & MONTEVECHI, J. A. B. (2001), A compilation of comparisons on the analytic hierarchy process and others multiple criteria decision-making methods: some cases developed in Brazil, VI International Symposium on AHP, Proceedings, p. 413-420, Berna: Bern Universität.

O Método *AHP* é uma metodologia multicritério que possui como uma de suas características principais, assim como os demais métodos oriundos da escola americana de decisão, a necessidade da construção de uma matriz semântica, ou seja, a elaboração de uma matriz que estabelece uma relação de dominância par-a-par em cada par de alternativas, e em cada um dos critérios.

Essas relações de dominância, necessárias para a construção da matriz semântica, são descritas pelo usuário do método, e é necessário o questionamento aos decisores, sobre a relação de dominância de uma alternativa em relação à outra, em cada um dos critérios. Contudo, isso torna o método mais subjetivo.

- ***MACBETH - Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique***

A abordagem *MACBETH* (*Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique*) é uma técnica de apoio à construção de escalas numéricas de intervalos, baseada na elaboração de juízos absolutos semânticos de diferença de atratividade entre duas ações (DETONI, 2003). Estes juízos são, por exemplo, classificar as diferenças de atratividade entre as ações em fraca ou forte.

No método *MACBETH*, assim como em outros métodos da escola americana de decisão, são envolvidos somente duas ações de cada vez – avaliações par-a-par. Como afirmam Bana e Costa & Vansnick (1995), são colocadas ao decisor perguntas mais simples, que exigem dele apenas a elaboração de juízos absolutos sobre a diferença de atratividade entre duas ações.

Além disso, este método trabalha com julgamentos de valores em função das ações potenciais (alternativas) em uma determinada situação. O resultado será processado em termos da atratividade que uma alternativa possui sobre a outra.

Para que isso ocorra é introduzida uma escala semântica formada por categorias de diferença de atratividade, com o objetivo de facilitar a interação entre o decisor e o analista. O decisor deverá escolher uma, e somente uma, entre as categorias apresentadas.

Se por um lado, o método *MACBETH* introduz um intervalo da reta real associado a cada uma das categorias, por outro lado, este intervalo não é fixado a priori, sendo determinado simultaneamente com a escala numérica de valor que está sendo procurada.

As preferências são representadas por uma função, ou seja, é possível representar numericamente categorias semânticas de diferença de atratividade através de um intervalo de números reais (BANA e COSTA & VANSNICK, 1995).

Não há restrição ao número de categorias semânticas a ser utilizado. No entanto, a maioria dos estudos apresentados até então sugere que uma pessoa é capaz de avaliar, simultaneamente, um número limitado de critérios quando da expressão de um juízo absoluto de valor, sendo que, este valor é algo em torno de sete.

No *MACBETH*, a expressão dos julgamentos do decisor é feita por uma escala semântica formada por seis categorias: muito fraca, fraca, moderada, forte, muito forte e extrema.

Contudo, assim como o método *AHP* possui suas limitações para a sua utilização, nesta pesquisa. Principalmente pelo fato, da necessidade de construção das matrizes semânticas. O *MACBETH* também possui esta mesma limitação.

Porém, a diferença entre o *AHP* e o *MACBETH* são as escalas utilizadas nos julgamentos e na validação destes. O *MACBETH* permite a verificação visual da consistência, uma vez que na matriz de julgamentos os valores de “diferença de atratividade” devem aumentar da esquerda para a direita e de baixo para cima, devido a uma necessária ordenação antes dos julgamentos.

Apesar das diferenças, o *AHP* e o *MACBETH* trabalham de forma similar, dado um exemplo em que existam quatro alternativas e um conjunto de três critérios: preço, localização e estética, para apoiar a decisão da compra de uma casa.

Para cada um dos critérios é necessário estabelecer uma matriz semântica, em avaliações par-a-par entre alternativas, em que são determinadas qual o grau de dominância entre essas alternativas em cada critério, conforme pode ser observado no Quadro 2.1.

Após definidas essas variáveis e os pesos para os critérios, o método a partir de suas formulações matemáticas ordenará as melhores alternativas com o auxílio das variáveis determinadas pelo usuário do modelo.

Essa ordenação tem o intuito de auxiliar os gestores a decidirem, o objetivo da análise é recomendar qual a melhor alternativa dentre as variáveis configuradas previamente.

Quadro 2.1 – Matriz Semântica para um Critério

	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Alternativa 4
Alternativa 1		Forte	Fraca	Muito fraca
Alternativa 2			Fraca	Fraca
Alternativa 3				Forte
Alternativa 4				

2.3.3 - Escola Francesa de Decisão Multicritério

Enquanto os métodos da escola americana (Método *AHP* e Teoria de Utilidade Multiatributo) ainda eram incipientes, desenvolviam-se, na Europa, outros métodos denominados em seu conjunto como Escola Francesa de Apoio à Multicritério Decisão.

Esses métodos admitem um modelo mais flexível do problema, pois não pressupõem, necessariamente, a comparação entre alternativas e não impõem ao analista uma estrutura hierárquica dos critérios existentes. Foram desenvolvidas duas famílias desses métodos: o *ELECTRE* e o *PROMETHEE*.

No final da década de 60 surgiu a primeira família de métodos, denominada de *ELECTRE* – *Elimination et Choix Traduisant la Réalité* (ROY & BERTIER, 1973). Os vários métodos diferenciam-se pelo tipo de problema que procuram resolver (seleção, ordenação e classificação), pelos critérios utilizados e pela utilização ou não de pesos a serem atribuídos aos critérios em análise.

Contudo, por volta de 1984, surgiram as primeiras referências ao método de apoio à decisão multicritério *PROMETHEE* (*Preference Ranking Organization Method for*

Enrichment Evaluations). Esse método, é um dos mais importantes provenientes da escola francesa de decisão, o item a seguir apresenta o método.

- **Método *PROMETHEE* – (*Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations*).**

Este item é um resumo da dissertação de mestrado apresentado por CEOLIM (2005) e foi complementado por artigos e publicações dos desenvolvedores do método – Brans e Vincke, do método *PROMETHEE*.

Segundo Brans et al (1986) o *PROMETHEE* é baseado na construção de uma relação de sobreclassificação⁴ de valores, destacando-se por envolver conceitos e variáveis com alguma interpretação física ou econômica.

Além disso, o método após sua total configuração ou caracterização determina uma ordem de preferência entre alternativas, sendo que para isso são necessárias algumas informações adicionais entre os critérios e informações entre critérios, tais como os pesos e as funções de preferência.

As informações entre critérios são estabelecidas por uma estrutura de pesos w_i , onde esses pesos são positivos e o maior peso (dado um critério particular) representa a maior importância deste sobre os demais.

Nas informações intracritérios, observa-se diferenças entre valores de mesmo critério para diferentes alternativas. São escolhidas as funções de preferência para decidir qual alternativa é melhor, em comparações par-a-par.

Almeida & Costa (2003) relatam em seu artigo, as seguintes implementações do método *PROMETHEE*:

⁴ Sobreclassificação é uma ordenação de alternativas, baseada em um método de superação de alternativas em comparações par-a-par, com o intuito de selecionar ou ordenar um subconjunto de um conjunto finito de alternativas (ALMEIDA & COSTA, 2003)

- *PROMETHEE* I – estabelece uma relação de sobreclassificação parcial entre as alternativas.
- *PROMETHEE* II – classifica as alternativas estabelecendo uma ordem completa entre as alternativas.
- *PROMETHEE* III – obtém uma ordem por intervalos por trabalhar com limites variáveis.
- *PROMETHEE* IV baseia-se no *PROMETHEE* II, mas eleva a possibilidade de se trabalhar com um número infinito de alternativas.
- *PROMETHEE* V – também se baseia no *PROMETHEE* II, sendo apropriado para o caso em que se deseja selecionar um subconjunto de alternativas em razões de restrições que sejam apresentadas pelo decisor.
- *PROMETHEE* VI – auxilia o decisor na determinação dos pesos que serão atribuídos aos critérios, segundo suas preferências. Este método permite analisar o grau de complexidade do problema a ser decidido, em razão da possibilidade de verificação do maior ou menor grau de influência dos pesos dos critérios nos resultados finais.

O método de decisão multicritério *PROMETHEE* visa estabelecer uma relação de sobreclassificação de valores mediante a avaliação das alternativas f_1, f_2, \dots, f_k , por meio de k critérios. (VINCKE, 1992).

Segundo Brans & Mareschal (1999) um problema de decisão multicritério, consiste na aplicação da Equação (2.1).

$$\text{Max} \{ f_1(a), \dots, f_k(a) / a \in A \} \quad (2.1)$$

Sendo que os valores de A e F são apresentadas na Equação (2.2).

$$\begin{aligned}
A &= \{a_1, a_2, \dots, a_n\} \text{ conjunto de alternativas e} \\
F &= \{f_j(\cdot), j = 1, 2, \dots, k\} \text{ conjunto de critérios}
\end{aligned}
\tag{2.2}$$

As avaliações das alternativas pela ótica dos critérios podem ser representadas numa matriz G , Equação (2.3).

Existe a opção de ser atribuída relação de maximizar ou minimizar para os critérios e não existe objeção em alternar essas relações dentro de uma mesma matriz G . A expectativa do decisor é obter uma solução que otimiza todos os critérios, mas isso dificilmente ocorre, pois geralmente não existe uma solução ótima para todos os critérios.

A ordenação das alternativas pode ser realizada com as relações de dominância e não dominância. Na relação de dominância uma alternativa domina a outra, $(a D b)$ se $f_j(a) \geq f_j(b); j = 1, 2, \dots, k$ – com pelo menos uma função estritamente maior.

O objetivo de uma análise com o método *PROMETHEE* é estabelecer uma ordem de preferência entre as alternativas

$$G = \begin{bmatrix} f_1(a_1) & f_2(a_1) & \cdots & f_j(a_1) & \cdots & f_k(a_1) \\ f_1(a_2) & f_2(a_2) & \cdots & f_j(a_2) & \cdots & f_k(a_2) \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ f_1(a_j) & f_2(a_j) & & f_j(a_j) & & f_k(a_j) \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ f_1(a_n) & f_2(a_n) & \cdots & f_j(a_n) & \cdots & f_k(a_n) \end{bmatrix}
\tag{2.3}$$

As informações da matriz G , Equação (2.3), são utilizadas para gerar uma matriz H , Equação (2.14), que incorpora outras informações adicionais, que refletem a preferência do decisor entre cada par de alternativas, frente a todos os critérios.

Então novos conceitos precisam ser definidos, tais como funções de preferência e índices de preferência.

- **Função de Preferência**

A função de preferência contribui na ordenação da alternativa, auxiliando o modelo multicritério, nas comparações par-a-par entre as alternativas. Sendo que, para cada alternativa $a \in A$, $f(a)$ é uma avaliação dessa alternativa.

Na aplicação de problemas multicritério da escola francesa a utilização dessas funções é indispensável. Quando o decisor compara duas alternativas a e b , o resultado dessa comparação é expresso em forma de preferência. A função de preferência associada ao critério j é obtida pela função composta, definida pela Equação (2.4).

$$\begin{aligned} P_j &: A \times A \rightarrow [0,1] \\ P_j(a,b) &= \varphi(d(a,b)) \end{aligned} \tag{2.4}$$

Onde:

$$\begin{aligned} d &: A \times A \rightarrow R, \text{ } d \text{ função desvio} \\ (a,b) &\rightarrow d(a,b) = f_j(a) - f_j(b) \\ \varphi &: R \rightarrow [0,1] \end{aligned}$$

A função P_j representa a intensidade de preferência quando se compara uma alternativa a com uma alternativa b , em que:

- $P_j(a,b) = 0$, significa que elas são indiferentes, ou seja, não tem preferência de a em relação à b ;
- $P_j(a,b) \sim 0$, significa uma preferência fraca de a em relação à b ;
- $P_j(a,b) \sim 1$, significa uma preferência forte de a em relação à b ;
- $P_j(a,b) = 1$, significa preferência total de a em relação à b .

Em problemas que o intuito é maximizar o critério, usa-se $d(a,b)$ na definição da função de preferência P_j e para minimizar o critério usa-se $-d(a,b)$ na definição da função de preferência.

- **Critério Generalizado**

Um critério generalizado f_j é formulado para cada critério se associa, sendo que o par $\{f_j(\cdot), P_j(\cdot, \cdot)\}$ é chamado critério generalizado associado ao critério $f_j(\cdot)$ par. Logo, a avaliação da preferência de uma alternativa a em relação a uma alternativa b , é feita por meio da diferença entre as medidas de f_j em relação as duas alternativas, $f_j(a)$ e $f_j(b)$.

As funções de preferências são selecionadas pelo decisor conforme cada situação específica, englobando suas particularidades e necessidades. Na literatura são encontrados seis tipos de funções de preferências utilizadas no método *PROMETHEE* apresentadas na Figura 2.2.

As funções de preferências são usadas no método *PROMETHEE* auxiliando o decisor na associação dos critérios generalizados.

Num problema de maximização conforme apresentou Ceolim (2005), pode se afirmar:

- Na função do tipo 1, quando $f(a)$ for igual a $f(b)$ não existe preferência entre a e b . Quando esses valores forem diferentes, a preferência é total para a alternativa de maior valor.
- Na função tipo 2, quando a diferença entre $f(a)$ e $f(b)$ for menor que a variável q , consideram-se as indiferenças entre as alternativas. Para diferenças maiores ou iguais a q , a preferência é total.
- Na função tipo 3, quando a diferença entre $f(a)$ e $f(b)$ for menor que o variável p e maior que zero, a função de preferência assume valores percentuais de preferência em relação às alternativas a e b ; se a diferença for menor que zero

considera-se uma região de indiferença. Para diferenças superiores a p a preferência é total de a sobre b.

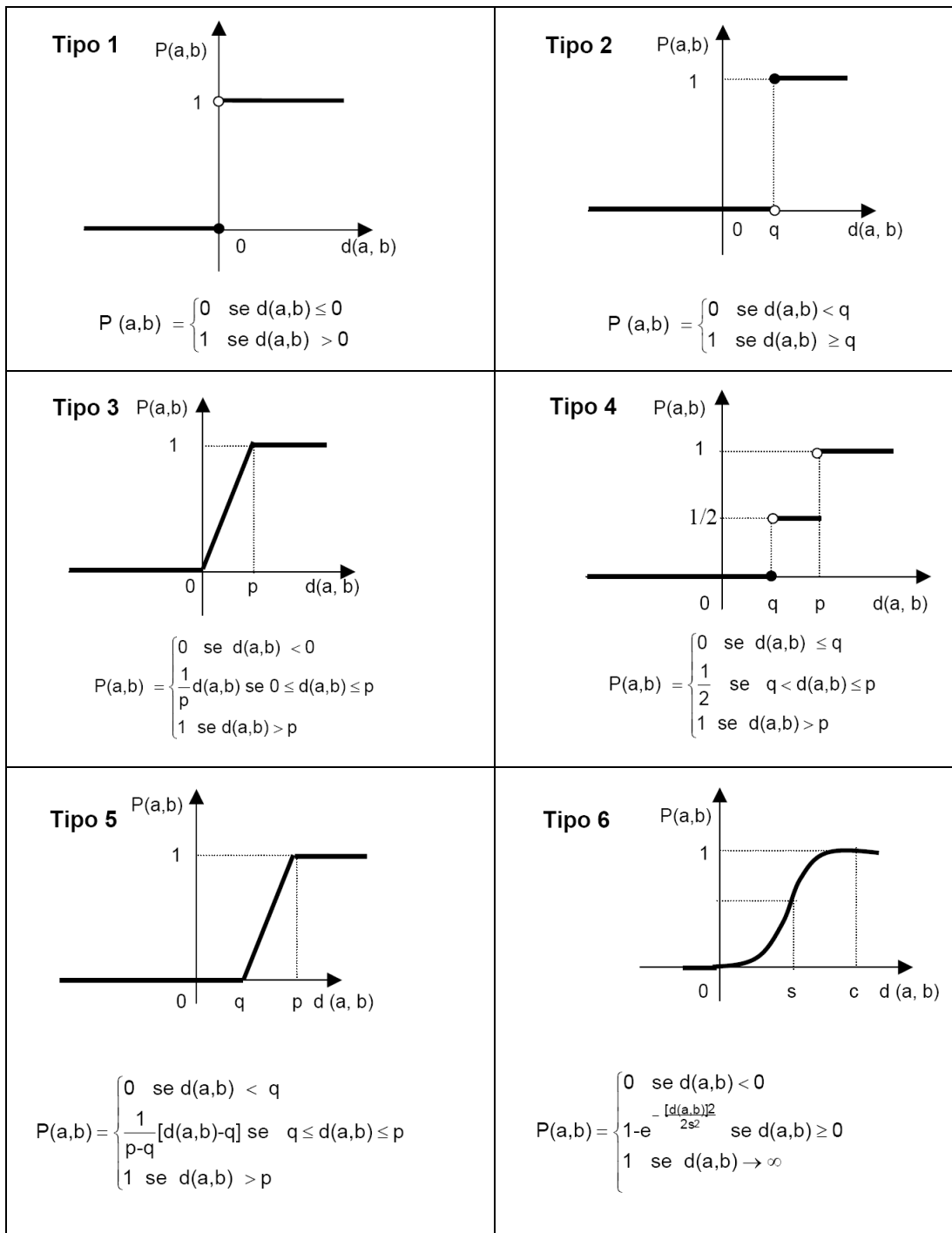


Figura 2.2 - Tipo de funções de preferência usadas no método PROMETHEE. Fonte:

(Ceolim, 2005)

- Para a função tipo 4, não existe preferência entre a e b quando a diferença entre $f(a)$ e $f(b)$ for menor ou igual a q . Para os valores maiores que q e menores ou iguais a p a função de preferência assume o valor igual a $\frac{1}{2}$, para os valores maiores que p a preferência é total.
- Na função tipo 5 a intensidade de preferência aumenta linearmente entre os valores q e p . Para valores menores ou iguais a q considera-se uma região de indiferença, para valores maiores ou iguais a p a preferência é total.
- Na função tipo 6, a variável s corresponde ao desvio, da origem até o ponto de inflexão da curva. Se a diferença entre $f(a)$ e $f(b)$ for menor que zero, considera-se uma região de indiferença, caso contrário a função de preferência assume um valor relativo a função $P_j(a,b) < 1$ ou valor 1 quando $d(a,b) \rightarrow \infty$.

Na atribuição dessas Funções de Preferência os valores das variáveis p , q e s são definidos pelo usuário ou decisor.

- **Índice de Preferência Multicritério**

O modelo *PROMETHEE* foi desenvolvido utilizando como embasamento as comparações par-a-par de alternativas, tendo como primeiro etapa para sua aplicação a definição do índice de preferência $\pi(a,b)$, sendo esse o somatório ponderado das preferências de cada critério, representado pela Equação (2.5).

$$\begin{aligned} \pi : A \times A &\rightarrow [0,1] \\ \pi(a,b) &= \sum_{j=1}^k w_j \cdot P_j(a,b) \end{aligned} \quad (2.5)$$

Onde:

$w_j > 0$ ($j = 1, \dots, k$) é chamado de peso associado ao critério j , sendo $\sum_{j=1}^k w_j = 1$

Estes valores podem ser representados numa matriz $\pi(n \times n)$ chamada matriz de preferência.

As propriedades para $\pi(a,b)$ são:

- $\pi(a,b) = 0$, significa que o índice de preferência de uma alternativa sobre ela mesma é zero.
- $0 < \pi(a,b) \leq 1, \forall a,b \in A$.

Quando:

$\pi(a,b) \sim 0$ significa uma preferência baixa da alternativa a em relação à alternativa b sob o ponto de vista de todos os critérios.

$\pi(a,b) \sim 1$ significa uma preferência alta da alternativa a em relação à alternativa b, sob o ponto de vista de todos os critérios.

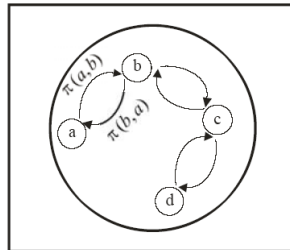


Figura 2.3 - Relação de sobreclassificação entre alternativas. Fonte (Brans & Mareschal, 1999)

A Figura 2.3 demonstr a relação de sobreclassificação entre alternativas, ou seja, são as avaliações $\pi(a,b)$ e $\pi(b,a)$ para todos os pares de alternativas $a, b \in A$.

O índice de preferência permiti a avaliação de cada alternativa a , com $(n-1)$ alternativas em A . Assim definem-se dois índices de importância, conforme pode ser observado nas Figuras 2.4 e 2.5, essas figuras demonstram de forma esquematizado a aplicação matemática das Equações (2.6) e (2.7).

$$\begin{aligned} \phi^+ : A &\rightarrow [0,1] \\ a &\mapsto \frac{1}{n-1} \sum_{x \in A} \pi(a, x) \end{aligned} \quad (2.6)$$

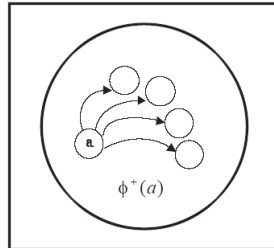


Figura 2.4 - Índice de preferência positivo. Fonte (Brans & Mareschal, 1999)

$\phi^+(a)$ representa uma média da preferência da alternativa a em relação as demais alternativas, levando em consideração todos os critérios. Este valor é calculado pela média dos valores da linha associada à alternativa a na matriz de preferência π .

O índice de preferência negativo, Fig. 2.5, é dado pela Equação (2.7).

$$\begin{aligned} \phi^- : A &\rightarrow [0,1] \\ a &\mapsto \frac{1}{n-1} \sum_{x \in A} \pi(x, a) \end{aligned} \quad (2.7)$$

$\phi^-(a)$ representa uma média da preferência de todas as alternativas em relação à alternativa a . Este valor é calculado pela média dos valores da coluna associada a alternativa a na matriz de preferência π .

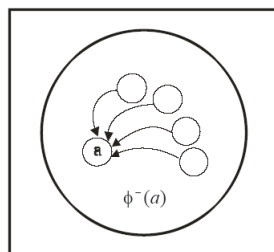


Figura 2.5 - Índice de preferência negativo. Fonte (Brans & Mareschal, 1999)

Como pôde ser observado neste item os métodos multicritérios provenientes da escola francesa de decisão trabalham com relações matemáticas para o estabelecimento das

relações de dominância entre as alternativas nas avaliações par-a-par, diferentemente dos métodos da escola americana que trabalham com as matrizes semânticas.

Essas relações matemáticas auxiliam ao apoio à decisão quando o caso a ser estudo tem como característica um conjunto de decisores ou quando o estudo é uma pesquisa de opinião, pois este método reduz a quantidade de itens a serem questionados aos grupos alvos da pesquisa.

Contudo, o *PROMETHEE* possui algumas versões que vão ser melhor detalhadas nos itens a seguir.

- ***PROMETHEE I***

Em situações em que existem duas alternativas a e b pode ser utilizado expressão preferência (P), quando prefere uma delas em relação a outra; indiferença (I), quando uma é indiferente; e incomparabilidade (J), quando o decisor tem dificuldade em compará-las, não expressando nem preferência nem indiferença.

Essas relações {P, I, J} formam uma estrutura de preferência no conjunto A . Para qualquer par (a, b) de A , uma e somente uma das propriedades é verdadeira: aPb , aIb , aJb .

Por meio dos índices de preferências positivo e negativo é possível a dedução de uma hierarquização das alternativas, ou seja, uma classificação parcial obtido com o auxílio da Equação (2.8).

$$\begin{aligned}
 aPb \text{ se } & \begin{cases} \phi^+(a) > \phi^+(b) & e & \phi^-(a) < \phi^-(b) & \text{ou} \\ \phi^+(a) = \phi^+(b) & e & \phi^-(a) < \phi^-(b) & \text{ou} \\ \phi^+(a) > \phi^+(b) & e & \phi^-(a) = \phi^-(b) \end{cases} & (2.8) \\
 aIb \text{ se } & \phi^+(a) = \phi^+(b) \quad e \quad \phi^-(a) = \phi^-(b) \\
 aJb & \text{ caso contrário}
 \end{aligned}$$

Na aplicação desta versão do *PROMETHEE* é possível não poder comparar alternativas, quando os Índices de Preferência são estatisticamente equivalentes. Esse foi um dos motivos que levou os pesquisadores a desenvolverem a versão II.

- ***PROMETHEE II***

No *PROMETHEE II* obtém-se uma classificação total das alternativas, definido pela Equação (2.9).

$$\phi(a) = \phi^+(b) - \phi^-(a) \quad (2.9)$$

A classificação total é dada pela Equação (2.10).

$$\begin{aligned} aPb \text{ se } \phi(a) > \phi(b) \\ aIb \text{ se } \phi(a) = \phi(b) \end{aligned} \quad (2.10)$$

As alternativas agora são comparáveis, contudo muitas das informações resultantes tornam-se mais contestáveis, uma vez que uma parte delas se perde por se considerar as diferenças entre $\phi^+(a)$ e $\phi^-(a)$.

- **A Representação Gráfica no Modelo *PROMETHEE*: Plano *GAIA* - *Geometrical Analysis for interactive Assistance***

O plano *GAIA* tem como objetivo desenvolver informações gráficas do problema como complemento ao modelo *PROMETHEE*. A representação é apresentada em um plano, em que as informações das alternativas são representadas por pontos, os critérios e os pesos representados por vetores.

Essa representação gráfica propicia ao decisor informações sobre as características conflitantes dos critérios e o impacto dos pesos nos critérios no resultado final. Também é possível avaliar as projeções das alternativas em relação aos critérios diferentes, reconhecendo quais são as alternativas boas para cada critério. Por exemplo, estabelecendo grupos de alternativas e visualizando incomparabilidade entre elas.

Com o auxílio do índice de preferência positivo, Equação (2.6), e negativo, Equação (2.7), o índice de preferência multicritério e a classificação total do modelo *PROMETHEE* definido na Equação (2.9), obtêm-se a Equação (2.11).

$$\begin{aligned}\phi(a) &= \phi^+(a) - \phi^-(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{x \in A} \pi(a, x) - \frac{1}{n-1} \sum_{x \in A} \pi(x, a) \\ \phi(a) &= \frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^k \sum_{x \in A} (P_j(a, x) - P_j(x, a)) \cdot w_j \\ \phi(a) &= \sum_{j=1}^k \frac{1}{n-1} \sum_{x \in A} (P_j(a, x) - P_j(x, a)) \cdot w_j\end{aligned}\tag{2.11}$$

Fazendo-se a Equação (2.12).

$$\phi_j(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{x \in A} (P_j(a, x) - P_j(x, a)), \quad -1 \leq \phi_j(a) \leq 1\tag{2.12}$$

Assim:

$$\phi(a) = \sum_{j=1}^k \phi_j(a) \cdot w_j\tag{2.13}$$

Logo é possível gerar a matriz H , Equação (2.14), de ordem $n \times k$, em que n é o número de alternativas (a_i); $i = (1, 2, \dots, n)$ e k o número de critérios j ; $j = (1, 2, \dots, k)$ com os valores de $\phi_j(a)$ definidos na Equação (2.12). A matriz H pode ser escrita da forma apresentada na Equação (2.14).

$$H = \begin{bmatrix} \phi_1(a_1) & \phi_2(a_1) & \cdots & \phi_j(a_1) & \cdots & \phi_k(a_1) \\ \phi_1(a_2) & \phi_2(a_2) & \cdots & \phi_j(a_2) & \cdots & \phi_k(a_2) \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ \phi_1(a_j) & \phi_2(a_j) & & \phi_j(a_j) & & \phi_k(a_j) \\ \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ \phi_1(a_n) & \phi_2(a_n) & \cdots & \phi_j(a_n) & \cdots & \phi_k(a_n) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \underline{\alpha}_1 \\ \underline{\alpha}_2 \\ \vdots \\ \underline{\alpha}_i \\ \vdots \\ \underline{\alpha}_n \end{bmatrix}\tag{2.14}$$

A cada vetor $\underline{\alpha}_i, i=1, \dots, n$, pode-se associar um ponto A_i de R^K , $i = 1, \dots, n$, cujas coordenadas são avaliações da alternativa a_i , através das funções $\phi_j^i S$. As funções, $\phi_j^i S$

envolvem mais informações que as funções originais $f_j^i S$ por considerarem preferências do decisor em relação a a_i e as demais alternativas (CEOLIM, 2005).

Logo, tem-se que $\sum_{i=1}^n \phi_j(a_i) = 0$, para todo j . Isto significa que a soma dos elementos de cada coluna da matriz H é igual a zero e conseqüentemente a origem do R^K é o ponto de equilíbrio ou centro de massa dos n pontos considerados. Assim, os pontos que estão representando as alternativas ficarão em torno da origem.

Considerando os problemas multicritérios, a maioria engloba geralmente mais que três critérios, sendo que nesses casos não é possível uma visualização gráfica. Portanto, para se ter uma visualização gráfica dos critérios, pesos e alternativas, é necessário procurar um novo sistema de referência preferencialmente o R^2 , onde se possa projetar os critérios (vetores), pesos (vetores) e as alternativas (pontos), perdendo o mínimo possível das informações e tendo como objetivo a visualização dos dados do problema e a facilidade de análise dos mesmos, conforme Figura 2.6.

Seja a Equação (2.15).

$$proj_{GAIA} \frac{\alpha_j}{GAIA} = \hat{\alpha}_j \quad ; \quad proj_{GAIA} \frac{u_j}{GAIA} = \hat{u}_j \quad (2.15)$$

Em que, u_j é o vetor unitário do eixo onde estão representados os valores de ϕ_j .

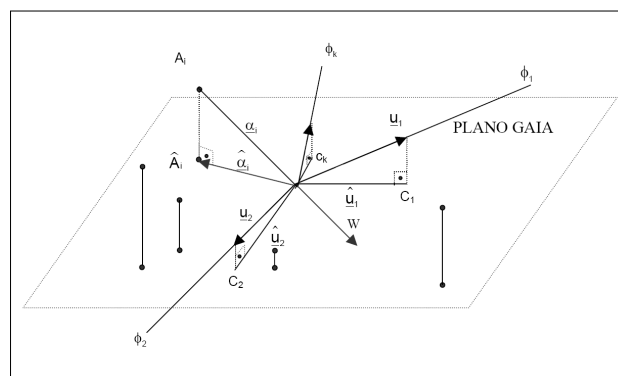


Figura 2.6 - Projeção do plano GAIA. Fonte (Brans & Mareschal, 1999)

- **Representação no plano GAIA**

De acordo com Miloca (2002) e Brans et al. (1986), o plano GAIA indica a representação dos critérios por meio de vetores, das alternativas através de pontos e dos pesos através de vetores. Seja a matriz C , conforme Equação (2.16) representada pelo produto da matriz H e sua transposta H^t .

Este fragmento do texto é baseado no trabalho apresentado por Miloca (2002), Ceolim (2005) e complementada com Brans et al. (1986).

$$C = H^t \cdot H = \sum_{j=1}^n (\underline{\alpha}_j^t \cdot \underline{\alpha}_j) \quad (2.16)$$

A Equação (2.16), após desenvolvida gera a matriz apresentada na Equação (2.17).

$$C = \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^n \phi_1^2(a_i) & \sum_{i=1}^n \phi_1(a_i) \cdot \phi_2(a_i) & \cdots & \sum_{i=1}^n \phi_1(a_i) \cdot \phi_k(a_i) \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ \sum_{i=1}^n \phi_j(a_i) \cdot \phi_1(a_i) & \sum_{i=1}^n \phi_j(a_i) \cdot \phi_2(a_i) & \cdots & \sum_{i=1}^n \phi_j(a_i) \cdot \phi_k(a_i) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sum_{i=1}^n \phi_k(a_i) \cdot \phi_1(a_i) & \sum_{i=1}^n \phi_k(a_i) \cdot \phi_2(a_i) & \cdots & \sum_{i=1}^n \phi_k^2(a_i) \end{bmatrix} \quad (2.17)$$

Logo é possível observar que a matriz C apresentada na Equação (2.17) é simétrica e demonstra-se que ela é positiva definida, para qualquer $\underline{x} \neq 0 \in R^k$, tem-se a Equação (2.18).

$$\underline{x}^t C \underline{x} = \underline{x}^t \underline{\alpha}_1^t \cdot \underline{\alpha}_1 \underline{x} + \dots + \underline{x}^t \underline{\alpha}_n^t \cdot \underline{\alpha}_n \underline{x} = \|\underline{\alpha}_1 \underline{x}\|^2 + \dots + \|\underline{\alpha}_n \underline{x}\|^2 > 0 \quad (2.18)$$

Os autovalores obtidos são reais, não negativos, e seus autovetores associados são ortogonais e forma uma base ortonormal (KOLMAN, 1996).

Considerando que a soma de cada coluna da matriz H é igual a zero e representando-se o valor médio de cada coluna j por $\bar{\phi}_j(a_i)$, logo a matriz C é $(n - 1)$ vezes a matriz de covariância de H .

$$Cov(H) = \frac{1}{n-1} \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^n (\phi_1(a_i) - \bar{\phi}_1(a_i))^2 & \cdots & \sum_{i=1}^n (\phi_1(a_i) - \bar{\phi}_1(a_i)) \cdot \phi_k(a_i) - \bar{\phi}_k(a_i) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \sum_{i=1}^n (\phi_j(a_i) - \bar{\phi}_j(a_i)) \cdot \phi_1(a_i) - \bar{\phi}_1(a_i) & \cdots & \sum_{i=1}^n (\phi_j(a_i) - \bar{\phi}_j(a_i)) \cdot \phi_k(a_i) - \bar{\phi}_k(a_i) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \sum_{i=1}^n (\phi_k(a_i) - \bar{\phi}_k(a_i)) \cdot \phi_1(a_i) - \bar{\phi}_1(a_i) & \cdots & \sum_{i=1}^n (\phi_k(a_i) - \bar{\phi}_k(a_i))^2 \end{bmatrix} \quad (2.19)$$

A matriz de covariância, apresentada na Equação (2.19), fornece informações sobre a variabilidade dos dados.

A partir dessas informações é possível afirmar que o sistema de referência que melhor representa o conjunto de vetores $\underline{\alpha}_i, i = 1, \dots, n$, em termos de mínimos quadrados, é a base formada pelos autovetores $\underline{u}_1, \underline{u}_2, \dots, \underline{u}_k$ da matriz $C_{k \times k}$.

Sejam $\underline{\alpha}_i, i = 1, \dots, n$, os vetores cujas coordenadas determinam os pontos $A_i, i = 1, \dots, n$, representando as alternativas.

Para o caso em questão o objetivo é procurar um vetor unitário $\underline{u}_1 \in R^k$, que melhor represente o vetor $\underline{\alpha}_i$. Isto é, almeja-se que a distância ao quadrado do ponto A_i ao eixo do vetor $1 \ u_i$ seja mínima, pois isso geraria melhor representação do vetor i a ele próprio, procura-se minimizar a distância $A_i P_i$ ou maximizar a distância $OP_i \forall_i$, ou seja:

$$\text{Min} \sum_{i=1}^n |A_i P_i|^2 \text{ que é equivalente a } \text{Máx} \sum_{i=1}^n |OP_i|^2 \forall_i, \text{ conforme Figura 2.7.}$$

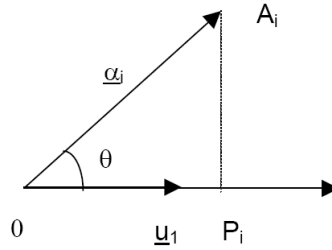


Figura 2.7 - Projeção do ponto A_i sobre u_i . Fonte (Miloca, 2002).

O problema de maximizar $\sum_{i=1}^n |OP_i|^2 \forall_i$ é equivalente a maximizar $\underline{u}_1^t C \underline{u}_1$, que é um problema de programação matemática (PPM1) não linear apresentado na Equação (2.20).

$$\begin{aligned} & \text{Máx } \underline{u}_1^t C \underline{u}_1 \\ & \text{s.a. } \underline{u}_1^t \underline{u}_1 = 1 \text{ (PPM1)} \end{aligned} \tag{2.20}$$

Este (PPM1) tem sua resolução com o auxílio do critério de Karush-Kuhn-Tucker⁵.

O vetor \underline{u}_1 procurado procura satisfazer as condições apresentadas na Equação (2.21).

$$\begin{cases} C \underline{u}_1 = \lambda \underline{u}_1 \\ \underline{u}_1^t \cdot \underline{u}_1 = 1 \end{cases} \tag{2.21}$$

Considerando a matriz C , Equação (2.17), é simétrica e positiva definida, seus autovalores são números reais positivos. Com objetivo de maximizar a função $\underline{u}_1^t C \underline{u}_1$ que equivale ao valor λ , o autovalor procurado deve ser o maior autovalor da matriz C e o vetor \underline{u}_1 (unitário) é o vetor associado ao maior autovalor de C .

⁵ Na matemática, as Condições de Karush-Kuhn-Tucker (também conhecidas por Kuhn-Tucker ou por condições K-K-T) são condições necessárias para que uma solução em problemas de programação não-linear seja otimizada, dado que ela satisfaz determinadas condições de regularidade. Elas são uma generalização do método dos multiplicadores de Lagrange (SOBRAL, 2008).

Com raciocínio análogo são procurados k vetores (u_1, u_2, \dots, u_k) que melhor representam os vetores $\underline{\alpha}_i, i = 1, \dots, n$, isto é, que resolvem o (PPM2) apresentado na Equação (2.22).

$$\text{Máx } \underline{u}_1^t C \underline{u}_1 + \underline{u}_2^t C \underline{u}_2 + \dots + \underline{u}_k^t C \underline{u}_k \quad (2.22)$$

Sendo que, $\underline{u}_1^t \underline{u}_1 = 1, \underline{u}_2^t \underline{u}_2 = 1, \dots, \underline{u}_k^t \underline{u}_k = 1$ (PPM 2)

Com o critério K-K-T o vetor \underline{u}_i procurado deve satisfazer $C \underline{u}_i = \lambda \underline{u}_i$ e como C é simétrica positiva definida, C é diagonalizável, com $\lambda_i (i = 1, \dots, k)$ reais, o que garante que tem k autovetores distintos e ortogonais. Logo, o conjunto $S = \{\underline{u}_1, \underline{u}_2, \dots, \underline{u}_k\}$ é ortonormal, satisfazendo o (PPM2) e o conjunto S constitui uma base para R^k .

Com o resultado anterior o conjunto S é uma base ortonormal para a melhor representação das alternativas e critérios. A mudança no sistema de referência pode ser explicitada por uma transformação $T: R^k \rightarrow R^k$, A transformação T muda o sistema de $B = \{\underline{e}_1, \underline{e}_2, \dots, \underline{e}_k\}$ para a base escolhida de acordo com o método dos mínimos quadrados dada por $S = \{\underline{u}_1, \underline{u}_2, \dots, \underline{u}_k\}$.

Com o intuito de facilitar a visualização da representação geométrica das alternativas podem ser consideradas duas componentes principais, com uma perda mínima de informações. Assim, tomando-se os dois maiores autovalores da matriz C , Equação (2.17), pode ser mensurada a variação total. Logo, é possível dizer que os dois autovetores correspondentes, determinarão o melhor plano $S_2 = \{\underline{u}_1, \underline{u}_2\}$ denominado plano GAIA, para a projeção das alternativas e critérios.

A partir dessas informações é possível inferir, segundo Miloca (2002):

- A representação dos pontos A_i 's em S_2 será dada pela projeção do vetor $\underline{\alpha}_i$ sobre o plano S_2 gerando o vetor $\underline{\alpha}'_i$.
- A representação do critério C_j no plano GAIA é dada através da projeção do vetor e_j sobre o S_2 , gerando o vetor \underline{u}'_i .

- O vetor \underline{w} (vetor de pesos) também pode ser projetado sobre o plano S_2 gerando um vetor \underline{w}' .

- **Análise na Representação das Ações (Miloca, 2002)**

1. Interpretação das alternativas quanto à posição relativa de suas projeções. Considerando duas alternativas representadas por seus pontos em R^k , A_r e A_s do conjunto de alternativas $A_i, i = 1, \dots, n$ e representadas no plano GAIA.
 - a. quando a distância entre dois pontos $\underline{\alpha}'_r$ e $\underline{\alpha}'_s$ no plano GAIA é pequena, diz-se que as alternativas A_r e A_s são similares comparadas com as outras alternativas.
 - b. quando as alternativas A_r e A_s estiverem próximas da origem, mostra que elas são aceitáveis para critérios conflitantes.
 - c. quando as alternativas A_r e A_s estiverem em lados opostos, entende-se que são incomparáveis ou difíceis de comparar.
2. Análise das alternativas quanto à posição da alternativa A_i em relação ao critério j .
 - a. quando $\underline{\alpha}'_i$ e \underline{u}'_j tem direções próximas, diz-se que A_i é uma boa alternativa para o critério j .
 - b. quando $\underline{\alpha}'_i$ está na direção de vários \underline{u}'_j s, diz-se que a alternativa A_i é uma boa solução para todos os critérios.
3. Análise dos critérios em relação ao comprimento de \underline{u}'_j .

- a. quanto maior for o comprimento de \underline{u}'_j , melhor será a representatividade das informações (alternativas) em relação ao critério j .
4. Análise dos critérios em relação a sua distribuição no plano.
- a. quando dois vetores \underline{u}'_{j1} e \underline{u}'_{j2} possuem direções próximas significa que seus critérios correspondentes possuem mesmas características, logo se uma alternativa é boa para um critério, é boa para o outro critério também.
 - b. quando dois vetores \underline{u}'_{j1} e \underline{u}'_{j2} possuem direções opostas, seus critérios correspondentes são conflitantes, isto quer dizer que, se uma alternativa é boa para um critério, não o é para o outro.
 - c. quando dois vetores \underline{u}'_{j1} e \underline{u}'_{j2} possuem direções ortogonais, seus critérios correspondentes são independentes.
5. Análise dos critérios com relação ao tamanho da projeção do vetor dos pesos.
- a. quando \underline{w}' é grande, diz-se que o vetor de pesos está bem representado em S_2 .
 - b. a posição de \underline{u}'_j e \underline{w}' mostram quais critérios tem maior representatividade em relação ao vetor de pesos w .

2.3.4 - Decision Lab®

Decision Lab® é um *software* baseado no modelo *PROMETHEE*, esse modelo foi desenvolvido pelos Professores Brans e Mareschal da *Brussels Free Universities*. Esse *software* tem como principal objetivo auxiliar o processo decisório. (BRANS & MARESCHAL, 2008)

Para auxiliar o processo decisório, esse software disponibiliza ao usuário algumas ferramentas para auxiliar no processo de interpretação das informações e para comparar

diferentes possibilidades de análise. Essas ferramentas, serão melhor detalhadas no próximo item.

2.3.4.1 - Ferramentas de Análise Disponibilizadas no *Software Decision Lab*®

As análises foram realizadas: primeiro pelos critérios e segundo pelos subcritérios. As ferramentas para a realização de ambas as análises foram as disponíveis no *software* utilizado para o processamento dos dados aplicados ao modelo obtido, sendo que são sete ferramentas:

1. a avaliação pelo *PROMETHEE I*;
2. a avaliação pelo *PROMETHEE II*;
3. o Plano *GAIA*;
4. a Análise de Sensibilidade do modelo, que possibilita verificar o quanto o peso dos critérios pode variar sem que haja alterações na ordenação apresentada;
5. a análise da influência do critério na decisão, em cada uma das alternativas;
6. a análise das alternativas nos outros cenários visando verificar se há variação das alternativas recomendadas em função dos cenários; e
7. a comparação par-a-par entre os cenários tomando um deles como referência visando verificar se o desempenho do subempreiteiro varia conforme o cenário em que a decisão estiver inserida.

Algumas dessas ferramentas de análise se caracterizam por apresentar o subempreiteiro mais adequado para a decisão em pauta. Outras apresentam gráficos e outros quadros. A seguir estas ferramentas são descritas individualmente com o objetivo de facilitar ao leitor sua familiarização com elas quando da apresentação dos resultados e das análises a eles associados.

- ***PROMETHEE I***

Esta ferramenta se caracteriza por listar para cada alternativa os índices de preferência positivo e negativo a elas associadas. No *software* utilizado esses índices são representados pelo símbolo $\Phi+$ e $\Phi-$, conforme pode ser observado na Figura 2.8.

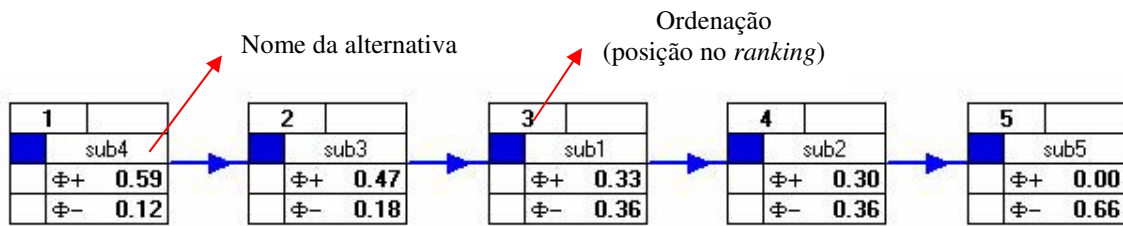


Figura 2.8 - Exemplo de apresentação do resultado no *PROMETHEE I*

- ***PROMETHEE II***

Esta ferramenta se caracteriza por apresentar uma sobreclassificação completa da decisão como pode ser visto na Figura 2.9. Essa sobreclassificação é possível devido ao índice de preferência, que nesta Figura é representada pelo símbolo Φ .

Esse índice de preferência (Φ) é obtido por meio da subtração do índice de preferência positivo ($\Phi+$) pelo índice de preferência negativos ($\Phi-$).

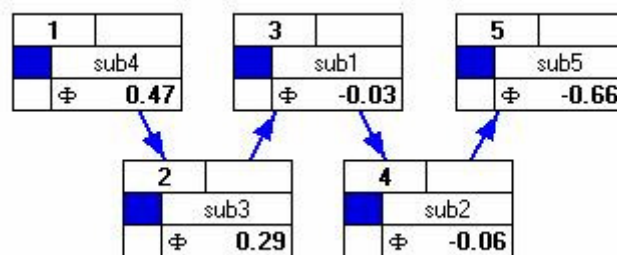


Figura 2.9 - Exemplo de apresentação do resultado no *PROMETHEE II*

- **Plano *GAIA***

Os resultados apresentados pelo Plano *GAIA* permitem uma avaliação mais completa dos dados. Na Figura 2.10, os quadrados verdes representam os critérios, os triângulos azuis às alternativas e o círculo vermelho é denominado eixo da decisão PI, que neste estudo não será abordado.

O eixo de decisão π estabelece uma análise de sensibilidade da análise multicritério, no Plano *GAIA*. Nesta pesquisa, optou-se pela análise de sensibilidade proveniente da versão do *PROMETHEE II*.

Esta ferramenta mostra a tendência dos critérios em direcionar-se às diferentes alternativas, a incomparabilidade entre as alternativas e a distância relativa entre essas alternativas. A ferramenta também permite identificar as alternativas que possuem as melhores características multicritério.

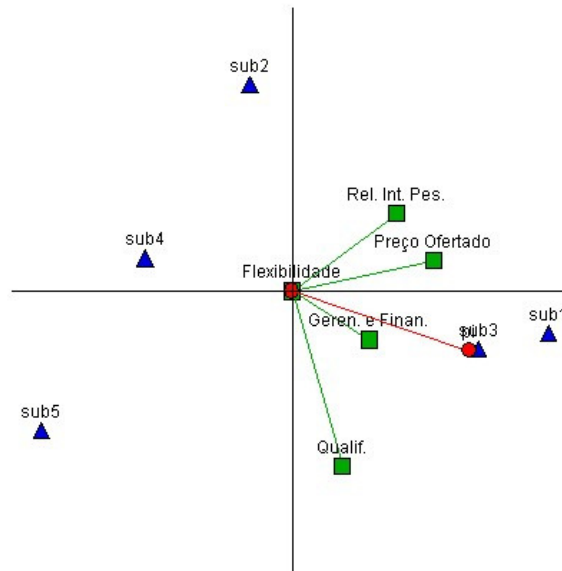


Figura 2.10 - Exemplo de apresentação dos resultados através do Plano *GAIA*

- **Análise de sensibilidade do modelo**

Esta ferramenta apresenta os dados em forma de quadro como pode ser visto no Quadro 2.2. Ele indica o intervalo de variação dos valores dos pesos atribuídos a cada critério para o qual não há variação de resultados na ordenação das alternativas. Os valores tanto da variação como dos pesos também são apresentados em percentual. Sendo que para uma variação igual a 100% é o mesmo que dizer infinito, ou seja, para qualquer variação de peso do critério não há alteração de ordenação na sobreclassificação.

Quadro 2.2 – Exemplo de Quadro de Sensibilidade

Critérios	Pesos (wi)	Intervalos		Pesos (wi) %	Intervalos (%)	
		Min	Máx		Min	Máx
(1)	10,0	0,0	11,0	24,10%	0,00%	25,88%
(2)	10,0	7,5	17,5	24,10%	19,23%	35,71%
(3)	7,0	6,0	Infinito	16,87%	14,81%	100,00%
(4)	6,5	0,0	Infinito	15,66%	0,00%	100,00%
(5)	8,0	0,0	Infinito	19,28%	0,00%	100,00%

- **Gráfico de influência dos critérios nas alternativas**

Como o próprio título informa esta ferramenta é um gráfico, Figura 2.11, que aponta a influência de cada critério em cada alternativa. Esta influência é medida em uma escala que varia conforme o intervalo: [-1,1].

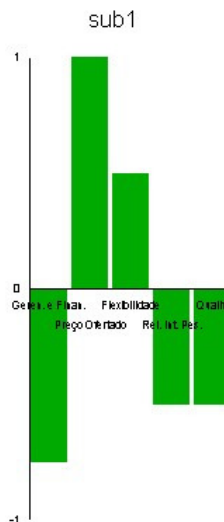


Figura 2.11 – Exemplo da forma de apresentação dos dados do gráfico de comparação da influência dos critérios em cada alternativa.

- **Análise comparativa do comportamento das alternativas em todos os cenários em relação a um deles escolhido em quadro e em gráfico**

O objetivo dessa análise é verificar se as alternativas variam em função dos cenários. Os resultados podem ser apresentados em forma de quadro como pode ser visto no Quadro 2.3 ou de gráficos como apresentado na Figura 2.13.

Quadro 2.3 – Comparação de ordenação das alternativas em cada um dos cenários

Ordenação	cen1	cen2	cen3	cen4	cen5	cen6	cen7	cen8
1	sub4	sub4	sub4	sub4	sub4	sub4	sub4	sub4
2	sub3	sub3	sub3	sub3	sub3	sub3	sub3	sub3
3	sub1	sub1	sub1	sub1	sub1	sub1	sub1	sub1
4	sub2	sub2	sub2	sub2	sub2	sub2	sub2	sub2
5	sub5	sub5	sub5	sub5	sub5	sub5	sub5	sub5

No entanto, em algumas situações conforme apresenta o Quadro 2.3 a ordenação das alternativas em escala de ordenação, dentro dos cenários, pode ser igual para todos os cenários. Porém, como pode ser observado na Figura 2.13 o desempenho das alternativas variam no Cenário 02 em relação ao 05. Contudo essas variações não geram alterações na ordenação das alternativas.

Os gráficos apresentados na Figura 2.13 podem auxiliar na avaliação do desempenho das alternativas em comparações entre dois cenários.

Neste capítulo foi apresentado a estruturação teórica da pesquisa que possibilitou o estabelecimento das diretrizes e variáveis necessárias para a caracterização de um modelo multicritério no processo de apoio a decisão. Com o auxílio dessas informações, será apresentado no próximo capítulo o método de pesquisa adotado.

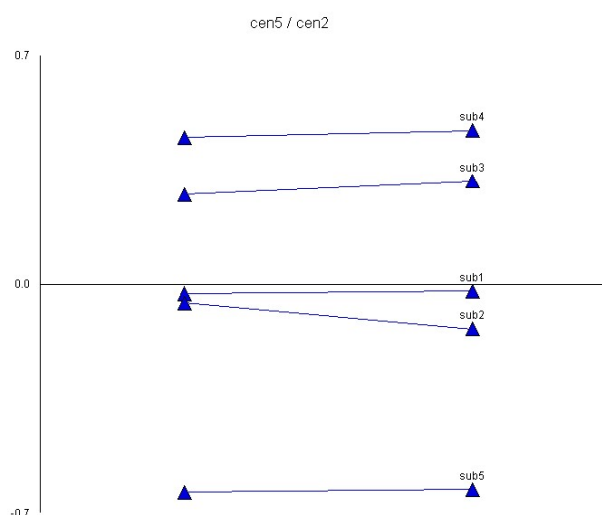


Figura 2.13 – Exemplo de análise comparativa do comportamento das alternativas em uma avaliação entre dois cenários

3 - METODOLOGIA

Para o desenvolvimento do estudo, inicialmente, foram realizadas uma revisão bibliográfica e um estudo exploratório, ambos necessários ao embasamento teórico da pesquisa. Estas fases possibilitaram desenvolver o método da pesquisa que está apresentado na Figura 3.1.

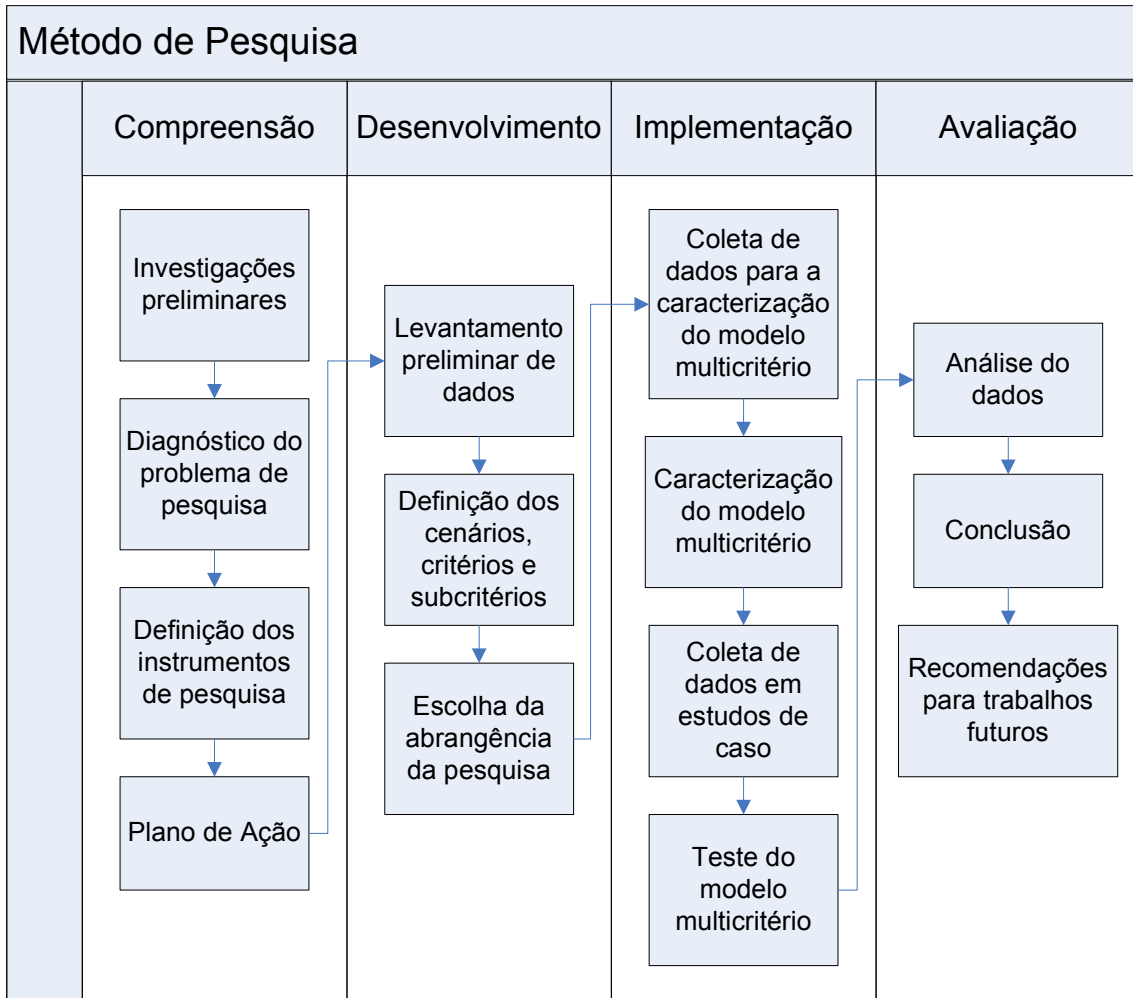


Figura 3.1 - Método de pesquisa

O método de pesquisa foi concebido a partir das fases descritas a seguir e também apresentadas na Fig.3.1:

- **Compreensão do problema de pesquisa**
 - Investigações preliminares:
 - Elaboração da fundamentação teórica da pesquisa.

- Diagnóstico do problema de pesquisa:
 - Estudo exploratório da situação atual da construção civil e de subempreiteiros;
 - Entrevistas informais com profissionais experientes atuantes no mercado da construção civil no DF;
 - Definição dos instrumentos de pesquisa:
 - Definição do modelo multicritério e demais instrumentos de pesquisa necessários para a sua caracterização.
 - Plano de ação:
 - Definição das tarefas e providências a serem realizadas para o desenvolvimento da pesquisa.
- **Desenvolvimento da pesquisa**
 - Levantamento preliminar de dados:
 - Assimilação do problema de pesquisa, sendo essa necessidade de sistematizar os aspectos objetivos e subjetivos da seleção de subempreiteiros na construção civil.
 - Escolha da abrangência da pesquisa:
 - Definição da população e amostra da pesquisa.
 - Definição dos cenários, critérios e subcritérios.
 - **Implementação do modelo multicritério**
 - Coleta de dados para a caracterização do modelo multicritério:
 - Elaboração e aplicação do questionário para a caracterização do modelo multicritério.
 - Caracterização do modelo multicritério.
 - Análise e síntese dos dados visando à caracterização do modelo multicritério;
 - Coleta de dados para a caracterização das alternativas, ou subempreiteiros a serem selecionados:
 - Elaboração de formulário para coleta de dados para caracterização das alternativas.
 - Teste do modelo multicritério.

- Teste dos resultados obtidos no modelo.
- **Avaliação**
 - Análise dos resultados:
 - Avaliação da correlação entre os dados pessoais dos respondentes e os pesos definidos nos questionários;
 - Análise das relações entre os pesos (w_i) dos critérios e subcritérios em função dos diferentes cenários;
 - Avaliação dos resultados obtidos por meio dos testes do modelo multicritério.
 - Conclusões.
 - Recomendações para trabalhos futuros:

3.1 - COMPREENSÃO DO PROBLEMA DE PESQUISA

Durante a etapa de compreensão do problema de pesquisa foram realizadas investigações preliminares, diagnóstico do problema de pesquisa, definição dos instrumentos de pesquisa e um plano de ação.

Neste estudo, o problema pesquisado foi a necessidade de sistematizar os aspectos objetivos e subjetivos da seleção de subempreiteiros na construção civil, essa necessidade é proveniente da dificuldade encontrada pelos gestores da construção civil ao se depararem com a seleção do melhor subempreiteiro, para a execução de uma determinada atividade no DF.

3.1.1 - Investigações Preliminares e Diagnóstico do Problema de Pesquisa

Foi conduzida uma fundamentação teórica com o intuito de realizar um diagnóstico do problema da pesquisa e embasar a escolha do método para a condução desse estudo.

Os principais temas pesquisados foram: os conceitos relacionados aos temas de desverticalização, subcontratação, terceirização e subempreitada nas organizações de diversos segmentos industriais, em especial, no ramo da construção civil, as características

do setor da construção e os métodos de apoio à decisão, dentre eles, os modelos multicritérios.

Durante essa etapa, foi estudado o processo de desverticalização dentro das organizações empresariais, suas vantagens e desvantagens, bem como as principais conseqüências no processo de produção e os impactos gerenciais que essa estrutura organizacional gera nas empresas, principalmente em empresas construtoras.

Um dos principais aspectos investigados foi o processo de seleção de subempreiteiros na construção civil, quais as dificuldades, os atores e os principais critérios considerados no ato de selecionar o subempreiteiro mais adequado.

Foram caracterizados também os métodos de apoio à decisão, suas aplicações, principais vantagens e desvantagens, assim como o contexto histórico e os principais paradigmas sobre os quais eles se estruturam.

Com o estudo dos métodos de apoio à decisão, foi observada a existência de uma miríade de métodos. Entretanto, nesta pesquisa, o foco foi a análise de modelos multicritérios aplicados no processo de apoio à decisão, principalmente, os modelos multicritério das escolas francesa e americana e suas principais vantagens, desvantagens e aplicações dentro do contexto da decisão.

Esta etapa foi responsável por embasar e direcionar a pesquisa para que houvesse o cumprimento do seu objetivo principal, que é caracterizar um modelo multicritério no processo de apoio à seleção de subempreiteiro. No decorrer desta fase foram determinadas as diretrizes para o estabelecimento de métodos e instrumentos para o estudo.

3.1.2 - Definição dos Instrumentos de Pesquisa

Com o desenvolvimento do embasamento teórico foi possível a determinação dos instrumentos de pesquisa necessários para a proposição de um modelo que pudesse auxiliar os gestores da construção civil no tocante a seleção de subempreiteiros. Para a completa caracterização de um modelo multicritério foi necessário estabelecer três instrumentos, sendo esses:

O primeiro deles foi a definição do modelo multicritério a ser adotado. O estudo teórico sobre as características dos métodos e a análise do problema de seleção de subempreiteiros levou à escolha do modelo multicritério *PROMETHEE* e as variáveis estabelecidas foram: os critérios/subcritérios, os seus respectivos pesos, os cenários e as alternativas.

O segundo instrumento de pesquisa foi o questionário apresentado no Apêndice A. O objetivo da elaboração e aplicação deste questionário foi levantar quais os pesos (w_i) para cada critério e subcritério em cada cenário.

O terceiro foi a elaboração de um formulário apresentado no Apêndice B, o qual foi aplicado com Engenheiros Residentes para caracterizar as alternativas, ou seja, as opções de escolha entre os subempreiteiros nos locais em que foram realizados os estudo de caso.

Com a fundamentação teórica e, principalmente, com as investigações provenientes do estudo sobre a caracterização de modelos multicritérios, verificou-se a necessidade de definir algumas variáveis imprescindíveis na caracterização de um modelo multicritério. Além disso, foi verificada a necessidade da adequação dessas variáveis aos principais fatores que influenciam uma decisão, no tocante à seleção de subempreiteiros.

O estudo dos modelos multicritérios permitiu identificar quais seriam os modelos mais adequados a serem aplicados nesta pesquisa. Foi eleito o modelo *PROMETHEE* em suas versões I, II e Plano *GAIA*. Após a definição desses modelos observou-se a necessidade de se definir alguns elementos que contextualizam e especificam as variáveis consideradas neste método. Para obter as variações desses elementos, foram feitos levantamento de dados preliminares verificando assim a possibilidade de construir o modelo pretendido. Os elementos mais relevantes encontrados foram os critérios e os subcritérios utilizados pelos gestores da construção civil no ato de selecionar subempreiteiros.

Conforme apresentado anteriormente, foi necessário identificar além dos critérios/subcritérios, os cenários, as alternativas e o método a ser usado bem como os atores envolvidos no processo decisório. Nesta etapa, de estudo exploratório, foram realizadas inúmeras pesquisas com profissionais da área e, principalmente, foram pesquisadas, na bibliografia disponível, quais as modalidades de contrato de obra (obra por administração, incorporação imobiliária e etc.).

Somente após essa etapa foi possível definir os cenários e as variáveis que influenciam na decisão. Definindo os critérios; avaliando os modelos multicritérios disponíveis e possibilitando a escolha do mais adequado ao problema da pesquisa.

Por fim, questionar aos tomadores de decisão os pesos, ou seja, a quantificação matemática da importância dos critérios para, em seguida, testar o modelo utilizando em três situações reais nas empresas X e Y.

Os cenários, considerados nesta pesquisa como as possíveis situações da vida real em que as decisões estão inseridas, foram determinados com base na revisão bibliográfica. As variáveis consideradas para especificar os cenários foram os **Recursos financeiros disponíveis** pelo contratante, o **Planejamento físico**, ou prazo disponível para a execução da obra, segundo o cronograma da mesma e a **Qualificação exigida** para executar atividades pelo subempreiteiro.

- Escolha do Modelo Multicritério

Para a elaboração da pesquisa optou-se pela utilização do modelo *PROMETHEE* em suas versões I, II e Plano *GAIA*. Essa opção foi adotada, porque esse modelo baseia-se na construção de uma relação de sobreclassificação de valores, destacando-se por envolver conceitos e variáveis com alguma interpretação física, sensorial ou econômica como recomenda a bibliografia.

O método determina uma ordem de preferência entre alternativas, sendo que são necessárias caracterizações de relações matemáticas entre os critérios e determinação de informações entre critérios. Essa é uma das vantagens do *PROMETHEE* em relação aos demais modelos estudados. O modelo, assim como os demais oriundos da Escola Francesa de Decisão, trabalha com relações matemáticas que são as funções de preferências, essas funções operam junto com os modelos nas análises par-a-par das alternativas em cada critério.

Segundo Vanderpooten (1995), a Escola Francesa direciona os estudos para metodologias onde as preferências pessoais dos decisores tenham menor influência na alternativa escolhida, como é o caso do modelo *PROMETHEE* em suas versões I, II e Plano *GAIA*.

Em contrapartida, a Escola Americana busca métodos para melhor explicitar esta preferência, que possui uma grande influência na escolha final.

Essa característica torna os modelos da Escola Francesa mais adequados ao propósito de estudos que visam à pesquisa de opinião, pois dessa forma se reduz a subjetividade das avaliações.

Essa subjetividade é característica de modelos provenientes da Escola Americana de métodos de apoio à decisão, em que para a avaliação par-a-par das alternativas em cada critério, são utilizadas as matrizes semânticas, que são responsáveis por avaliar a dominância de uma alternativa em relação à outra em cada critério. Existe uma vantagem nesses modelos, que é a possibilidade de aumentar as combinações de dominância nas avaliações par-a-par. No entanto, esses dados são descritos pelo usuário, o que para uma pesquisa de opinião representaria em um novo questionário. E ainda, toda vez, que se alteram as alternativas, é necessário a aplicação de novo questionário.

Devido a essas questões, a Escola Francesa de métodos de apoio à decisão se mostrou mais adequada para ser utilizada nesse problema de pesquisa. O modelo *PROMETHEE* foi escolhido por recomendar e elencar as melhores alternativas por meio de uma linguagem gráfica – Plano *GAIA*. Esses foram os principais fatores utilizados para a escolha do modelo multicritério.

Após escolhido o modelo, o passo seguinte foi definir quais as variáveis necessárias à completa caracterização do mesmo, sendo essas variáveis: os critérios, os subcritérios, os pesos (w_i), os cenários, as funções de preferências, as alternativas e as análises a serem feitas.

Foi escolhida a análise no algoritmo *PROMETHEE* I, pois esse recomenda uma sobreclassificação parcial de alternativas. Contudo foi utilizado também o *PROMETHEE* II, por ser uma evolução do algoritmo do *PROMETHEE* I e por apresentar uma avaliação completa das alternativas.

Também foi utilizado o Plano *GAIA* para representar as respostas em uma linguagem gráfica, que permite avaliar além do resultado, a variação das variáveis, ou seja, se pequenas alterações nos critérios, pesos e/ou alternativas podem gerar alterações nos resultados das avaliações do modelo.

A opção de utilizar o modelo *PROMETHEE* em suas versões I e II, concomitantemente, foi necessária, pois a versão II trabalha com apenas um índice geral de preferência. No entanto, a versão I apresenta dois índices de preferências – positivo e negativo – o que auxilia a interpretação dos dados, no caso de respostas muito próximas entre os índices de preferências em duas alternativas diferentes.

3.1.3 - Definição dos critérios, subcritérios e cenários

Com embasamento adquirido na revisão teórica, verificou-se que durante o processo de seleção de subempreiteiros diversos fatores devem ser considerados. Esses fatores podem ser subdivididos em basicamente três itens: os critérios, os subcritérios e os cenários.

Os critérios foram definidos como sendo regras que permitem a fundamentação racional de uma escolha ou decisão. Já os subcritérios são a mensuração dos critérios. Os cenários são o plano de fundo, a situação ou contexto, onde as decisões são tomadas, ou seja, o cenário é o conjunto de argumentos que moldam a conjuntura da decisão.

A escolha e definição dos cinco critérios e dos 31 subcritérios foram baseadas, em grande parte, no trabalho apresentado por Serra (2001) e em estudos exploratórios realizados a partir de entrevistas informais com diversos gestores experientes da construção civil.

Entretanto, o presente estudo também considerou trabalhos internacionais, dos quais se destaca o de Ng et al (2007) que utilizaram uma lista de 55 critérios, classificados em 14 categorias. Destes critérios, apenas conservação do meio ambiente e segurança do trabalho não foram consideradas no presente estudo.

Os critérios e subcritérios selecionados foram os seguintes:

a) Competência gerencial e financeira do subempreiteiro;

- b) **Preço ofertado pelo subempreiteiro;**
- c) **Flexibilidade/disponibilidade quanto ao prazo para execução dos serviços pelo subempreiteiro;**
- d) **Imagem e a relação interpessoal do subempreiteiro;**
- e) **Qualificação técnica do subempreiteiro para a execução dos serviços.**

Como os critérios definidos são características macro, o desmembramento dos mesmos foi feito de forma a melhorar a compreensão, definição e mensuração dos critérios, que resultaram em trinta e um subcritérios, conforme estrutura demonstrada na Figura 3.2.

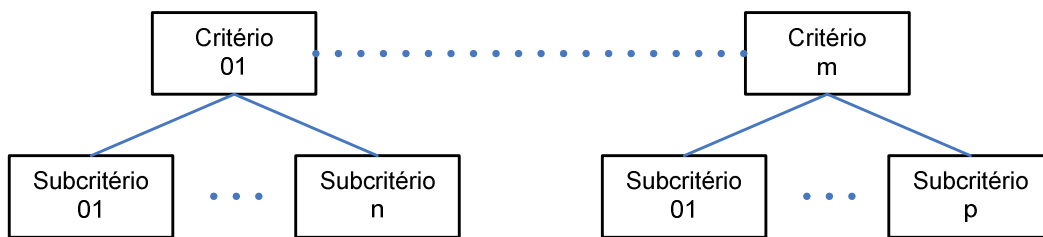


Figura 3.2 - Critérios e Subcritérios

A seguir é apresentada uma descrição dos critérios e dos subcritérios com a finalidade de esclarecer as dimensões conceituais adotadas em cada associação.

a) **Competência Gerencial e Financeira:** trata da sintonia dos sistemas gerenciais da empresa prestadora de serviço com sua capacidade financeira, filosofia de trabalho e, ainda, o suporte que essa empresa oferece ao contratante. Esse critério, também, visa identificar se a empresa utiliza métodos ou processos que minimizem a casualidade nas tomadas de decisões, e melhorem o fluxo das informações entre os diversos intervenientes. Assim, os principais subcritérios identificados para esse critério foram:

- Proximidade das instalações da empresa: trata da distância física do subempreiteiro em relação à empresa contratante. Pois em alguns casos, os serviços necessitam de uma assistência técnica mais contínua em função de patologias ou necessidade de manutenções constantes. Em outros

momentos, pode ser necessária a mobilização e desmobilização mais rápidas para a execução de um serviço;

- Estrutura comercial e marketing: trata da capacidade do subempreiteiro de auxiliar o contratante tanto na etapa de concepção do produto quanto na especificação de materiais aumentando assim, a relação de parceria entre as empresas. A utilização de estratégias como a divulgação do uso de selos de conformidade, certificados de qualidade, o uso de folhetos publicitários, a divulgação em jornais e revistas especializados, demonstra a preocupação do subempreiteiro com a satisfação de seus clientes e contribui para a imagem do produto final a ser obtida;
- Posição ocupada perante seus concorrentes: trata da participação no mercado, avaliando se esta é maior ou menor, pois em casos em que a participação é maior, existe uma tendência de esse subempreiteiro ser o mais adequado;
- Capacidade gerencial: quando o subempreiteiro tem disponível a sistemática de organização da sua produção, além do sistema de gestão da qualidade. Esse pode ser um aliado na gestão dos possíveis e eventuais problemas que possam surgir no decorrer da execução da obra. E caso exista estratégia de valorização dos recursos humanos sob responsabilidade da subempreiteira, pode ser verificado um incremento da satisfação dos operários com o conseqüente incremento da produtividade e diminuição da rotatividade e do absenteísmo;
- Disponibilidade financeira: trata da disponibilidade de recursos financeiros para a execução dos serviços, fornecimento de materiais, ferramentas e pagamento de pessoal pelo subempreiteiro. É considerada uma vantagem administrativa a possibilidade de transferência de gestão dos insumos da produção para o subempreiteiro.

b) **Preço Ofertado**: trata do valor monetário expresso numericamente associado a uma mercadoria, serviço e/ou patrimônio.

- Preço final ou global do produto: trata do quanto o valor monetário global dos serviços prestados influencia na seleção de subempreiteiros. Ressalta-se, ter uma expectativa de gastos e compromisso entre o contratante e o contratado em relação a um determinado serviço, pode gerar uma desvantagem no ponto de vista da flexibilização, pois caso seja necessário abranger novas pequenas atividades ao contrato, a negociação é dificultada;
- Preço unitário: neste caso ao contrário do anterior, quando o contrato é estabelecido com base no custo unitário do serviço, pode haver uma flexibilização no fornecimento do serviço, porém dificulta a negociação quando o planejamento das atividades exige maior controle;
- Índices/prazos utilizados para os reajustes contratuais: em serviços de longa duração podem ser incluídos índices de reajustes de materiais e salários em conformidade com os cálculos dos órgãos oficiais ou o subempreiteiro pode embutir esses índices no preço de seu serviço, tornando-o fixo e não reajustável;
- Devolução de retenções contratuais: trata do prazo que o subempreiteiro dispõe para a devolução de retenções contratuais, que ocorre normalmente depois de transcorrido um prazo a partir da finalização do serviço. Porém, não há uma regra clara para isso. Assim, pode-se admitir que para cada serviço, existe uma condição mais favorável para o contratante que é manter a posse desse tipo de garantia até o momento de menores riscos técnicos, trabalhistas, fiscais e financeiros;
- Condições de absorver custos com materiais: trata da importância de um subempreiteiro absorver os custos com materiais. Em alguns tipos de serviço pode ser recomendado que o subempreiteiro faça a compra do material e o gerenciamento do mesmo no canteiro de obras. Mas não necessariamente o subempreiteiro necessita pagar diretamente ao fornecedor o material, mas pode negociar facilidades de pagamento para o contratante, poupando seus esforços administrativos;

- Condições para pagamento: em alguns serviços específicos a negociação do pagamento pode ser negociada. Além disso, subempreiteiros que ofereçam uma melhor condição para pagamento, podem melhorar o fluxo de caixa da contratante.

c) **Flexibilidade/disponibilidade quanto a prazo de execução dos serviços:** esse critério trata da importância atribuída pela interferência do prazo na execução do serviço, essas interferências podem ser basicamente caracterizadas pela disponibilidade do subempreiteiro em executar um serviço e na flexibilidade, ou capacidade do subempreiteiro em adequar-se aos ritmos da obra:

- Disponibilidade para finalizar os serviços em prazos iguais ou inferiores acordados: com esse subcritério visa-se verificar se o subempreiteiro possui flexibilidade de equipes para acelerar ou retardar a execução dos serviços dependendo do interesse do contratante;
- O grau de controle dos serviços executados: com esse subcritério visa-se avaliar se o subempreiteiro possui controle sobre a produção. Isto é relevante, por possibilitar a reavaliação da capacidade de produção contribuindo e favorecendo a reprogramação;
- Disponibilidade para execução dos serviços: trata da disponibilidade imediata do prestador de serviço de boas equipes para a execução do serviço e dentro das condições exigidas pelo contratante;
- Flexibilidade ou possibilidade de atender ao contratante conforme os ritmos da obra: identifica a importância da capacidade da empresa subempreiteira em adequar-se às necessidades da obra como um todo. Por exemplo, a capacidade de adaptar-se ao ritmo de produção da obra;
- Quantidade de empresas em que atua: trata da quantidade de empresas em que atua simultaneamente.

d) **Imagem empresarial e relação interpessoal:** dentre os critérios esse é o que possui maior interação com o gestor direto do contrato. O contratante procura manter uma relação estreita com o contratado. Para que haja uma boa convivência é primordial que seja estabelecido um bom relacionamento entre as partes. Dentre os principais subcritérios definidos destacam-se:

- Relacionamento com clientes antigos: trata da continuidade de um bom relacionamento do subempreiteiro e o contratante ou clientes anteriores, depois de finalização dos serviços;
- Histórico dos fornecimentos: qualifica a importância da verificação dos serviços executados, anteriormente, pelo subempreiteiro e se esses atendem aos níveis de qualidade exigidos pelo contratante;
- Imagem do subempreiteiro na localidade: trata da importância do subempreiteiro possuir uma boa imagem no mercado regional;
- Idoneidade moral e financeira: qualifica na decisão a importância da idoneidade moral e financeira do subempreiteiro, pois, a subcontratação trabalha com regimes de co-responsabilidade, tanto na legislação trabalhista como na qualidade final do produto;
- Apresentação/empatia do subempreiteiro: trata subjetivamente da harmonia entre o contratante e o subempreiteiro. Como existe uma relação estreita entre contratante/contratada, tanto nos aspectos de gestão quanto no planejamento, costuma ser observada uma melhor execução dos serviços quando há um bom relacionamento entre as partes;
- Interesse em executar o serviço: trata do interesse do contratado em executar um serviço. O subempreiteiro pode ter disponibilidade, boa equipe e destaque em outros aspectos, mas por razões adversas, pode não estar motivado para executar o serviço;

- Estrutura para o atendimento pós-venda: trata da importância da relação entre as partes após a execução dos serviços, bem como o interesse em estabelecer parcerias com o cliente, uma vez que, geralmente, é necessário fazer manutenção ou pequenos reparos, nos serviços contratados. Esse diferencial costuma agregar mais um custo ao serviço, entretanto deve ser considerado como um fator de segurança para aquele que contrata.

e) **Qualificação técnica apresentada pela empresa subempreiteira**: trata da importância de capacitação técnica mais elevada, seja por motivos de especialização dos serviços ou por valor/sensibilidade dos materiais a serem empregados podendo interferir na qualidade do produto final. Os principais subcritérios definidos são:

- Portador de certificações: as empresas com certificados de conformidade podem ser consideradas preferenciais na seleção do contratante. Deve-se, contudo, verificar se o título de certificação, em qualidade, é algo realmente que está sendo absorvido pelas pessoas e não apenas uma mera estratégia de marketing;
- Comprovação de especialização: trata da importância do subempreiteiro poder comprovar e/ou assumir a responsabilidade técnica pelo projeto e/ou execução. Assim, deve ser verificado se o subempreiteiro tem condições de fornecer a ART (Anotação de Responsabilidade Técnica) correspondente;
- Acompanhamento do desenvolvimento tecnológico: trata da capacidade do subempreiteiro absorver novas tecnologias disponíveis no mercado.
- Capacidade de desenvolver e aprimorar tecnologias: verifica se o subempreiteiro pode ser uma eventual parceira, na incorporação de tecnologias;
- Capacitação técnica da equipe: verifica se o prestador possui equipe disponível, em todos os níveis hierárquico da produção e com níveis compatíveis de capacitação técnica;

- Motivação da equipe: trata da predisposição, o comprometimento e o interesse da equipe dos subempreiteiros em executar os serviços.

Esse conjunto de 05 critérios e 31 subcritérios foi estabelecido com o intuito de parametrizar a decisão e auxiliar os gestores da construção civil na escolha do melhor subempreiteiro dentro de cada etapa da obra, ou diferentes modalidades contratuais.

Para a completa caracterização do modelo multicritério e para que esse possa auxiliar no apoio à decisão é necessário ainda o estabelecimento dos pesos para cada critério e subcritério em cada cenário específico. O item 3.1.4 demonstra como foram abordadas a caracterização dos cenários.

3.1.4 - Cenários

Os cenários são os contextos, as situações, os planos de fundo em que as decisões acontecem.

Geralmente as decisões na construção civil levam em consideração três principais variáveis, que são o **Planejamento Físico**, os **Recursos Disponíveis** e o **Nível de Qualificação Necessário** para a execução dos serviços.

A variável **Planejamento Físico** para execução, se refere ao período de tempo disponível para a realização de determinados serviços ou atividades pelo subempreiteiro.

O **Recurso Disponível** para a execução dos serviços se refere ao montante de valor monetário disponível para a contratação de um subempreiteiro.

Já a **Qualificação Exigida** para a execução do serviço está relacionada ao grau de complexidade exigida para a manufatura de um determinado produto. Essa complexidade pode exigir uma maior escolaridade ou experiência do subempreiteiro. Por exemplo, a complexidade inerente ao processo de execução de instalações elétricas é diferente da execução de uma elevação de alvenaria. Usualmente a execução de instalações elétricas exige uma maior escolaridade e a elevação de alvenaria uma maior experiência.

Mas, para cada variável há também as condições que variam de uma realidade limitante a uma realidade sem restrições. A partir do arranjo entre as variáveis e as diferenças nas condições de cada um foram definidos no estudo oito cenários, que podem ser visualizados no Quadro 3.1. Assim a conjugação dessas três variáveis, e suas variações de níveis, gerou o que se denominou neste estudo, de Cenários.

Nas variáveis Planejamento Físico e Recursos Disponíveis, para definir as características limitantes foi utilizado o termo “limitado” e para características sem restrições foi utilizado “folgado”. Para a variável Qualificação Exigida para o Serviço, os termos utilizados foram “baixo” e “alto”, para características limitantes e sem restrições, respectivamente.

O **cenário um (01)** compreende um planejamento físico limitado, ou seja, com restrições de prazo para execução de atividades, com recursos disponíveis limitados e com baixa exigência de qualificação para o serviço.

O **cenário dois (02)** possui as mesmas características do planejamento físico e recursos disponíveis se comparado ao do Cenário 01, ambas são limitadas, no entanto a qualificação exigida para a execução dos serviços é elevada.

O **cenário três (03)** apresenta um planejamento físico sem restrições, contudo os recursos disponíveis são limitados. A qualificação exigida para o serviço é baixa.

O **cenário quatro (04)** possui as mesmas características de planejamento físico e recursos disponíveis quando comparado ao Cenário 03. Apenas a qualificação exigida para o serviço difere, pois é alta.

O **cenário cinco (05)** compreende um planejamento físico para a execução do serviço limitado, recursos disponíveis sem restrições e baixa exigência de qualificação exigida para o serviço.

O **cenário seis (06)** quando comparado ao cenário 05 difere somente quanto a qualificação exigida para o serviço, que é alta. O planejamento físico é limitado e os recursos disponíveis não possuem restrições.

O **cenário sete (07)** não possui restrição em nenhum dos três variáveis. O planejamento físico e os recursos disponíveis são ilimitados e exige baixa qualificação para a execução dos serviços.

O **cenário oito (08)** apresenta as mesmas características do Cenário 07 diferindo apenas quanto à qualificação exigida para a execução do serviço, que é alta. O planejamento físico e os recursos disponíveis são ilimitados.

Quadro 3.1 - Cenários estipulados.

Cenário	Planejamento Físico	Recursos Disponíveis	Qualificação Exigida para o Serviço
01	Limitado	Limitado	Baixo
02	Limitado	Limitado	Alto
03	Folgado	Limitado	Baixo
04	Folgado	Limitado	Alto
05	Limitado	Folgado	Baixo
06	Limitado	Folgado	Alto
07	Folgado	Folgado	Baixo
08	Folgado	Folgado	Alto

3.1.5 - Alternativas

As alternativas são as possíveis escolhas que o decisor encontra quando existe a necessidade de selecionar um subempreiteiro. O conjunto dessas alternativas caracteriza o conjunto de possíveis ações a serem tomadas e a escolha de uma delas caracteriza a decisão pela melhor solução para aquela realidade.

Os dados necessários para a caracterização das alternativas visando testar o modelo multicritério foi obtido com a aplicação de um formulário conforme Apêndice B em estudos de caso.

Esses estudos de caso foram conduzidos em duas empresas que atuam no mercado regional do DF. As empresas X e Y são de médio porte. O questionário foi aplicado com Engenheiros residentes responsáveis por obras dessas empresas.

3.1.5.1 - Definição da Amostra

Foram obtidos junto ao SINDUSCON/DF, CREA, outros órgãos e sindicatos, os cadastros dos associados e das empresas que foram necessários para embasar a definição da amostra.

Foram enviados via *e-mail* um total de 392 questionários, com expectativa de resposta de 10%.

3.1.5.2 - Elaboração e Aplicação do Questionário – Apêndice A

Durante os levantamentos preliminares dos dados, verificou-se a necessidade de estabelecer: critérios, subcritérios e cenários. No entanto, para caracterizar um modelo multicritério além de definir essas variáveis foi necessário o estabelecimento de um conjunto de pesos, para atribuir a importância relativa de cada critério e subcritério.

Com esse intuito foi elaborado e aplicado um questionário, conforme modelo apresentado no Apêndice A, para auxiliar a mensuração desses pesos que foram coletados com a aplicação dos questionários junto a gestores da construção civil no DF.

O peso é a mensuração quantitativa de um determinado critério/subcritério por um decisor ou conjunto deles, com o intuito de atribuir valor numérico a critérios/subcritérios definidos como importantes em uma determinada decisão.

Do mesmo modo, Ng et al. (2007) em seu trabalho elaboraram um questionário em que foram elencados uma lista de 55 subcritérios agrupados por 14 critérios dentre elas: experiências passadas, estrutura organizacional, relações contratuais, qualidade, segurança do trabalho, respeito ao meio ambiente, entre outros. Os pesos desses critérios foram estabelecidos baseados em uma escala Likert, de 1 (para o menos importante) a 5(mais importante).

Na elaboração do questionário do estudo em questão, foi seguido o mesmo princípio do Ng et al. (2007), isto é, foram atribuídos pesos (w_i) para os cinco critérios e também para os 31 subcritérios. Utilizou-se a escala Likert de 1 (para os menos importantes) a 10 (para os

mais importantes), e questionou-se ainda aos respondentes, sobre graus de indiferença e máxima preferência.

O questionário foi elaborado, contendo um elenco de critérios/subcritérios, já definidos anteriormente (item 3.1.3), para que o entrevistado avaliasse o peso de cada critério/subcritério, em função da relevância no processo decisório de seleção do subempreiteiro.

O referido questionário foi aplicado com dois objetivos principais: identificar o peso de cada critério na decisão de seleção dos subempreiteiros, e as relações e interações entre os critérios/subcritério apontados pelos decisores.

3.1.5.3 - Determinação dos Pesos e Funções de Preferência

Para uma correta caracterização de um modelo multicritério, foi necessário estabelecer informações entre critérios, sendo essas informações os pesos w_i e as funções de preferência.

Os pesos para os critérios, em cada cenário, foram atribuídos a partir dos pesos com maiores frequências de respostas em um dado critério num cenário específico, ou seja, pela moda desses valores.

A mesma análise foi feita na atribuição dos pesos (w_i) para os subcritérios. No entanto, para os subcritérios, foi realizada apenas uma identificação dos valores mais frequentes, ou seja, a moda, para determinar os pesos do subcritérios e posteriormente, foi aplicado uma equação (3.1) para a compatibilização dos pesos (w_i) dos subcritérios em cada cenário e em função dos pesos (w_i) atribuídos aos critérios.

O objetivo da aplicação dessa relação de compatibilização foi reduzir o número de questionamentos feitos aos respondentes no questionário – Apêndice I, tendo em vista que para questionar os 31 subcritérios nos 08 cenários, seriam necessários 288 perguntas. Na forma como foi conduzido foram necessários apenas 71 perguntas.

O modelo utilizado estabeleceu uma relação entre critérios que gerou uma estrutura de pesos w_i , onde os pesos são positivos e o maior peso (dado um critério particular) representa a maior importância deste sobre os demais.

Foi definido, ainda, que para esta pesquisa a função de preferência entre as alternativas em cada critério seria do tipo 1, conforme Figura 2.2, ou seja, quando $f(a)$ for igual a $f(b)$ não existe preferência entre a e b. Quando esses valores foram diferentes, a preferência é total para a alternativa de maior valor. Assim sendo $f(a)$ e $f(b)$ são avaliações das alternativas, ou seja, é um funcional que auxilia a função de preferência no estabelecimento do grau de dominância de uma alternativa sobre outra quando comparadas par-a-par.

3.1.6 - Caracterização do Modelo Multicritério

Na caracterização do modelo, inicialmente estabeleceu-se o objetivo do estudo, o qual é utilizar ferramenta de apoio à decisão no tocante à seleção de subempreiteiros. Na abordagem multicritério, o objetivo foi verificar qual o melhor subempreiteiro a ser contratado considerando cenários previamente estipulados.

Determinou-se que a problemática tratada seria de ordenação e escolha. De ordenação: pois os subempreiteiros seriam ordenados em escala de melhor opção dentre os cenários propostos. De escolha: devido à decisão, neste caso, ser passível de escolhas, ou seja, contratar um ou mais subempreiteiros, por onde os primeiros colocados dentro da ordenação seriam as melhores recomendações para escolhas dentro dos cenários.

3.1.6.1 - Tabulação dos Dados no Modelo *PROMETHEE*

No modelo *PROMETHEE*, as avaliações foram efetuadas em duas etapas. A primeira apenas utilizando os critérios e a segunda, apenas os subcritérios. Os dados foram inseridos do Decision Lab® seguindo as etapas demonstradas no Apêndice C.

Os pesos dos critérios/subcritérios foram obtidos por meio de análise da moda do vetor de pesos coletados para cada critério/subcritério nos questionários aplicados.

- Tabulação utilizando critérios

Na tabulação dos dados pelos critérios o modelo multicritério foi caracterizado, utilizando a moda dos pesos coletados no questionário para cada critério nos oito cenários estipulados.

- Tabulação utilizando subcritérios

Pelos subcritérios, a tabulação dos dados foi realizada por meio de uma adequação dos 31 subcritérios a cada um dos 8 cenários. No questionário os subcritérios são vistos com uma visão geral independente do cenário em que eles estão inseridos. Logo, para tabular os dados pelo subcritério é necessário compatibilizar os dados com os critérios.

Com esse intuito o peso atribuído a cada subcritério em cada cenário é obtido por meio da Equação 3.1.

$$P' Sc_i = \left(\frac{PSc_i \cdot PC_i}{10} \right) * \left(\frac{1}{n} \right) \quad (3.1)$$

$P' Sc_i$ é o peso do subcritério compatibilizado;

PSc_i é o peso coletado a cada subcritério;

PC_i é o peso coletado atribuído a cada critério relacionado ao subcritério;

n é o número de subcritérios dentro do total em relação a um dos critérios.

3.1.6.2 - Processamento dos Dados

No modelo *PROMETHEE*, o processamento dos dados ocorreu no ambiente do *software Decision Lab*®. Esse processamento resultou em uma relação de sobreclassificação de valores, em que se sobressaem as alternativas que têm um maior grau de dominância, quando comparadas par-a-par.

Além disso, o modelo determina uma ordem de preferência entre alternativas, sendo necessárias algumas informações adicionais entre os critérios e informações entre critérios, ou seja, essas informações são as funções de preferência e os pesos.

3.2 - ESTUDOS DE CASO

Com um modelo multicritério caracterizado, foi elaborado e aplicado um formulário - Apêndice B, para coletar dados de decisões reais no tocante a seleção de subempreiteiros.

Esse formulário possibilitou caracterizar alternativas para serem inseridas no modelo multicritério visando verificar quais as respostas que o modelo apresenta considerando uma situação real.

Essa etapa do estudo foi dividida em duas fases: elaboração e aplicação do formulário e, posteriormente, em caracterização das alternativas.

Foram realizados três estudos de caso, o primeiro com a contratação de subempreiteiros de instalações de ar condicionado, no segundo caso com execução de corte, dobra e montagem de armação em estrutura de concreto convencional e, no terceiro caso, um subempreiteiro para execução de sistema de drenagem.

Esses estudos foram escolhidos com o intuito de avaliar o comportamento do modelo em cenários diferentes. No caso de um empreiteiro de ar condicionado, é usual na construção civil termos fornecedores com um perfil mais especializado e qualificado do que, no mesmo caso, quando comparado a execução de alvenaria e sistema de drenagem.

3.3 - ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

Foi realizada uma análise de sensibilidade dos pesos atribuídos aos critérios/subcritérios com o objetivo de avaliar a consistência do modelo caracterizado. Foram introduzidas variações percentuais aos pesos até que as respostas fossem alteradas.

Essa análise foi realizada com o intuito de verificar até quando um modelo pode ser passível de alterações sem que haja corrupção em suas respostas. Quanto maior a possibilidade de alterações sem modificações no resultado mais consistente é o modelo.

Essa análise é uma resposta do *software Decision Lab*® que utiliza de técnicas matemáticas para ir lentamente alterando os pesos atribuídos aos critérios até um ponto que os índices de preferências se alteram até a alteração da ordenação apresentada pelo modelo. Essa análise foi conduzida com o intuito de avaliar a estabilidade das respostas apresentadas pelo modelo multicritério. Se a sensibilidade da análise for baixa significa que o modelo é instável e as recomendações apresentadas por ele são de baixa confiabilidade.

3.4 - AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS

Após a aplicação dos questionários, os dados obtidos foram consolidados e inseridos no *software Decision Lab*® para efetuar o processamento e análise dos resultados. Os dados foram inseridos conforme demonstrado no Apêndice C.

O modelo *PROMETHEE*, o algoritmo base do *software Decision Lab*® foi utilizado neste estudo. Esse modelo permitiu tratar de problemas multicritério de forma a arranjar as alternativas em ordem de prioridade e ainda tolerar que, a diferença de desempenho existente entre as alternativas, varie seu grau de preferência de uma alternativa em relação à outra.

Com este procedimento estabeleceu-se a menor preferência para as pequenas diferenças e a maior preferência para as grandes diferenças.

Foi realizada também uma avaliação de como os colaboradores assimilaram cada critério. Por meio do *Microsoft Excel*® 2003 foram feitas análises de correlação entre os pesos atribuídos aos critérios/subcritérios e os dados pessoais dos respondentes, dados esses: anos de experiência, anos de idade, porte da empresa em que atua, cargo ocupado pelo respondente, relação atribuída na decisão, sexo e ambiente de trabalho.

4 - APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste capítulo são apresentados e analisados os resultados obtidos no estudo, tanto na etapa de estabelecimento os pesos para os critérios e subcritérios, como na etapa de aplicações, em estudos de caso, do modelo multicritério caracterizado, para apoiar a seleção de subempreiteiros da construção civil no Distrito Federal.

No fim desse capítulo é apresentado um roteiro para exemplificar, como deve ser conduzido um processo de caracterização de um modelo multicritério para apoiar a seleção de subempreiteiros em uma empresa. Este roteiro foi elaborado com base na experiência vivenciada durante a realização da presente pesquisa.

4.1 - ESTABELECIMENTO E ATRIBUIÇÃO DOS PESOS AOS CRITÉRIOS

Como apresentado no capítulo anterior, foram considerados cinco critérios listados a seguir:

- a) Competência gerencial e financeira do subempreiteiro;**
- b) Preço ofertado pelo subempreiteiro;**
- c) Flexibilidade/disponibilidade quanto ao prazo para execução dos serviços pelo subempreiteiro;**
- d) Imagem e a relação interpessoal do subempreiteiro;**
- e) Qualificação técnica dos subempreiteiro para a execução dos serviços.**

Pode ser visto no questionário, apresentado no Apêndice A, que esses critérios foram associados a cada um dos oito cenários e os respondentes indicaram o peso que a eles atribuíram.

A seguir, são apresentados os resultados obtidos a partir da tabulação dos dados recolhidos entre os 22 questionários respondidos a contento. A seqüência de apresentação segue a mesma adotada no questionário, isto é, caracterização dos respondentes, atribuição de pesos aos critérios, e posteriormente aos,subcritérios.

4.2 - CARACTERIZAÇÃO DOS RESPONDENTES

Nas primeiras tabulações dos dados foram verificadas restrições ao desenvolvimento da pesquisa de acordo com o plano inicial. A primeira e mais determinante delas foi quanto à quantidade de questionários respondidos e recebidos. Foram enviados 392 e retornados 31.

Entre os questionários retornados, alguns apresentaram inconsistências das respostas, principalmente por estarem incompletos, e 1 questionário foi excluído por apresentar preenchimento notoriamente sem coerência. Assim, os questionários analisados totalizaram 22.

Este número do ponto de vista estatístico é restrito, sugerindo a consideração da análise como uma análise exploratória. No entanto, não houve vício na amostra, ou seja, a amostra foi obtida aleatoriamente. Os respondentes eram de empresas e instituições variadas e aleatórias o que é considerado uma amostragem sem vícios aparentes.

As informações obtidas quanto às características dos respondentes, estão apresentadas na Figura 4.1. Nela, pode ser observado que os cargos ocupados pelos respondentes correspondem a 50% de Engenheiros Residentes de Obras de Construção Civil no Distrito Federal, 18,18% ocupam o cargo de Supervisores de Obras e 18,18% ocupam o cargo de Diretores Técnicos. Por fim, 13,64% dos respondentes ocupam outros cargos como Engenheiros de Qualidade ou Estagiários.

Na Figura 4.1, também pode ser observado que quanto ao porte das empresas, 72,73% dos respondentes trabalhavam em empresas de Médio Porte (MP), 18,18% em Pequeno Porte (PP) e 9,09% em empresas de Grande Porte (GP).

Em relação à faixa etária, 50% dos respondentes possuem menos de 30 anos de idade. E este mesmo percentual de respondentes possui menos de 6 anos de experiência.

Quanto à participação na decisão da seleção do subempreiteiro entre os respondentes, 72,73% deles são apenas analistas da decisão, Figura 4.1. Isto é, não decidem efetivamente, esses podem ser considerados como analistas do problema. Os decisores, efetivamente, são seus supervisores que correspondem apenas a 27,27%. No tocante ao gênero, a amostra apresentou um percentual de 86,36% de respondentes masculinos e 13,64% femininos.

Em resumo, a maioria dos respondentes são Engenheiros Residentes, que atuam em empresas de Médio Porte (MP) na construção civil no DF, com menos de seis anos de experiência e idade entre 25 e 29 anos. Quanto à participação na decisão a maioria são analistas do problema, sendo a decisão efetivamente tomada por seus supervisores. A maioria dos analistas é do sexo masculino.

Duas observações podem ser feitas. A primeira é sobre o processo decisório relativo à seleção de subempreiteiros, pois conforme foi observado na caracterização dos respondentes, verificou-se que há técnicos responsáveis pela análise da seleção de subempreiteiros e técnicos que decidem sobre o assunto. Dessa forma, é relevante destacar que o estabelecimento de uma forma de sistematização para auxiliar no processo decisório, como a que está sendo proposta aqui mostra-se útil, por possibilitar a racionalização do processo, que pode inclusive vir a reduzir o número de envolvidos.

A segunda é sobre a pouca conscientização dos envolvidos no setor quanto à importância de pesquisas setoriais, o que ficou patente pelo baixo número de respondentes. Um estudo no setor da construção civil na região do DF, sobre o tema subempreiteiros, pode contribuir para a otimização do processo de seleção de subempreiteiros e em última instância melhorar a qualidade do produto ofertado e a produtividade do processo de produção das edificações.

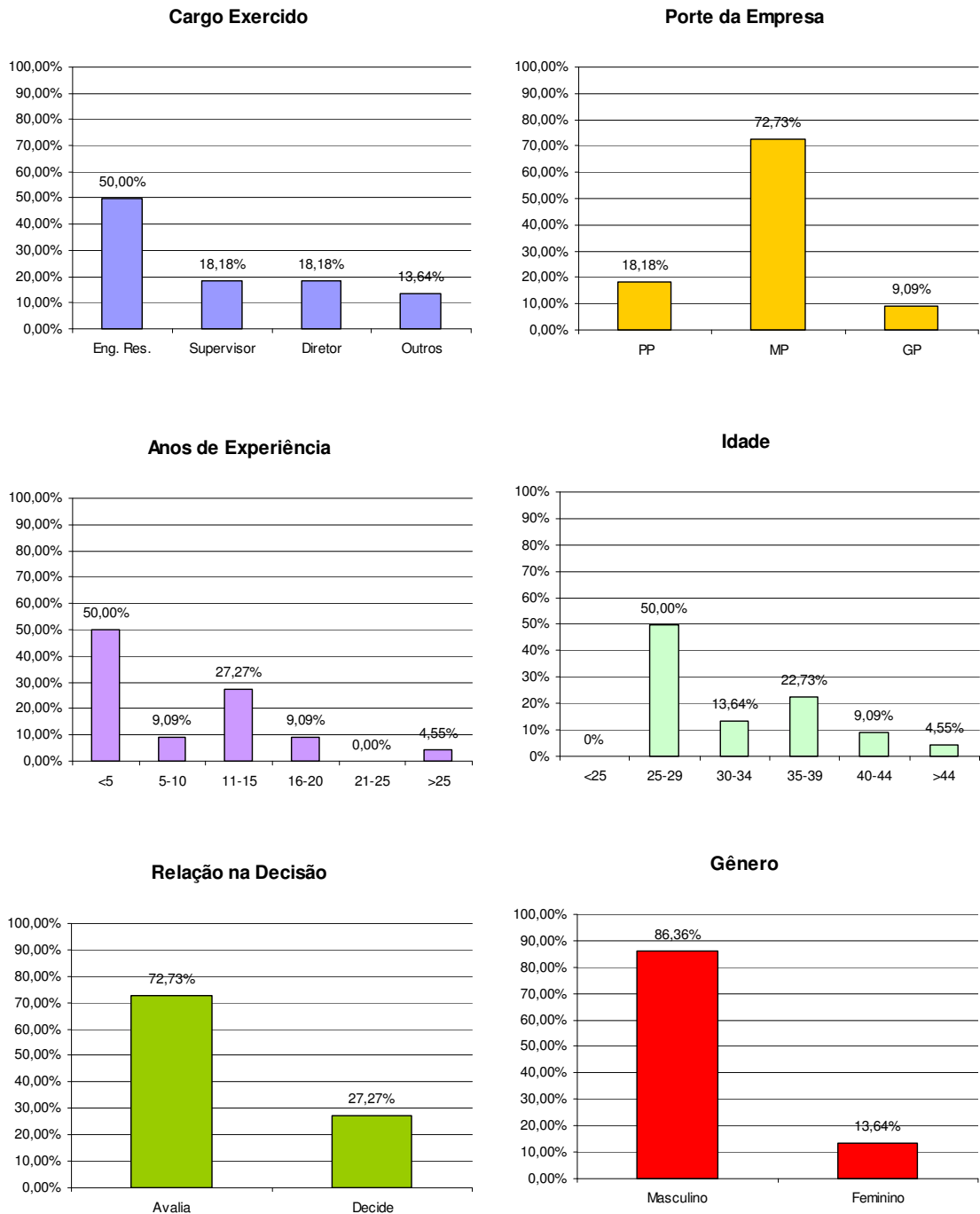


Figura 4.1 - Estatística das características dos respondentes

4.3 - PESOS ATRIBUÍDOS AOS CRITÉRIOS E DE SUA RELAÇÃO COM OS CENÁRIOS

Como visto no Capítulo 2, os pesos auxiliam na determinação do critério generalizado, que é uma função que se associa: a uma função de preferência e ao peso do critério, para

identificar a preferência de uma alternativa em relação à outra numa avaliação par-a-par, em um modelo de decisão.

Para este estudo, o estabelecimento de pesos (w_i) para os critérios em cada um dos oito cenários foi realizado pelo valor da moda, isto é, o valor com maior frequência entre as respostas obtidas no questionário para cada critério.

A análise dos resultados indicou que o peso atribuído a cada critério variou conforme o cenário que estava sendo considerado pelos respondentes. Essa variação era esperada, uma vez que as condições – Recursos Disponíveis (RD), Planejamento Físico (PF) e a Qualificação Exigida (QE) – em cada cenário variam, assim como variam cada vez que uma seleção de subempreiteiro venha a ser realizada nas obras.

Essa análise foi realizada para caracterizar a influência dos cenários no estabelecimento dos pesos atribuídos aos critérios. Para realizá-la, inicialmente, foram comparados par-a-par os cenários em que o valor qualitativo de uma das variáveis RD, PF e QE eram diferentes.

Observando-se o Quadro 4.1 verificou-se que os cenários que apresentavam tal característica podiam ser agrupados dois-a-dois. Na coluna comparações, estão representados estes agrupamentos. Foram feitos 12 agrupamentos que representam as comparações par-a-par entre os cenários que apresentam variação no valor qualitativo de um de seus parâmetros definidores. Estas comparações estão descritas nos três parágrafos que se seguem:

- Nas comparações CQE1, CQE2, CQE3 e CQE4 apenas o valor qualitativo do parâmetro QE variou. Sendo que, os cenários em que este parâmetro apresenta o valor qualitativo baixo são os de número ímpar. E nos cenários representados por valores de números pares são os valores qualitativos do parâmetro QE é alto.
- Nas comparações CPF1, CPF2, CPF3 e CPF4 apenas o valor qualitativo do parâmetro PF variou. Este assume o valor “limitado” nos cenários 01, 02, 05 e 06 e o valor “folgado” nos cenários 03, 04, 07 e 08.

- Foram realizadas as comparações CRD1, CRD2, CRD3 e CRD4. Neste caso, o parâmetro que variou seu valor qualitativo é RD. Este valor é limitado nos cenários 01, 02, 03 e 04 e folgado nos cenários 05, 06, 07 e 08.

Quadro 4.1 - Cenários estipulados e as análises para caracterizar sua influência no estabelecimento dos pesos atribuídos aos critérios

Cenário	Comparações			Planejamento Físico	Recursos Disponíveis	Qualificação Exigida
	QE	PF	RD			
01	CQE1	CPF1	CRD1	Limitado	Limitado	Baixo
02		CPF2	CRD2	Limitado	Limitado	Alto
03	CQE2	CPF1	CRD3	Folgado	Limitado	Baixo
04		CPF2	CRD4	Folgado	Limitado	Alto
05	CQE3	CPF3	CRD1	Limitado	Folgado	Baixo
06		CPF4	CRD2	Limitado	Folgado	Alto
07	CQE4	CPF3	CRD3	Folgado	Folgado	Baixo
08		CPF4	CRD4	Folgado	Folgado	Alto

A seguir, são apresentados os Quadros contendo os registros de pesos atribuídos a cada um dos cinco critérios em todos os oito cenários em estudo. Os resultados foram apresentados conforme as comparações já mostradas no Quadro 4.1, isto é, em função da variação dos valores qualitativos de uma das variáveis, que caracterizaram os cenários.

O objetivo da tabulação a ser apresentada nos Quadros a seguir, foi responder a duas questões relativas à caracterização do modelo multicritério de apoio à seleção de subempreiteiros.

- a. Há variação nos pesos atribuídos em função do cenário?
- b. Qual o peso atribuído ao critério no modelo em cada cenário?

4.3.1 - Critério 01 – Competência Gerencial e Financeira

Nos Quadros 4.2, 4.3 e 4.4 é apontada a frequência de pesos atribuída ao critério pelos respondentes em cada um dos cenários. O critério Competência Gerencial e Financeira, recebeu atribuição de pesos diferentes para os cenários estabelecidos e variaram entre 10 e 6 unidades de peso.

Observando o Quadro 4.2, pôde-se verificar que nas situações em que a QE é baixa, o critério recebeu peso menor, apenas quando houve folga tanto no PF como no RD. Isto é, havendo algum tipo de limitação o critério recebe peso alto. Mesmo quanto a QE é alta, o RD folgado e o PF limitado, o peso atribuído é alto.

Quadro 4.2 – Frequência de respondentes por peso ao critério Competência Gerencial e Financeira – Análise CQE

Critério	Comparação	Variação dos Cenários				Pesos											
		Gen	Cr.	Variável	Par-a-Par	Má	10	09	08	07	06	05	04	03	02	01	In
Competência Gerencial e Financeira	CQE1	01	PF	Limitado	QE baixa	1	5	3	10	0	2	1	0	0	0	0	0
		02	RD	Limitado	QE alta	4	6	7	4	1	0	0	0	0	0	0	0
	CQE2	03	PF	Folgado	QE baixa	0	6	2	10	2	0	2	0	0	0	0	0
		04	RD	Limitado	QE alta	0	4	4	14	0	0	0	0	0	0	0	0
	CQE3	05	PF	Limitado	QE baixa	1	5	1	3	3	4	0	0	3	2	0	0
		06	RD	Folgado	QE alta	0	5	2	6	3	5	0	0	3	2	0	0
	CQE4	07	PF	Folgado	QE baixa	0	2	2	4	2	5	0	3	0	1	0	0
		08	RD	Folgado	QE alta	1	2	1	4	3	8	3	3	0	1	0	0

Quando observada a variável PF, apresentada no Quadro 4.3, nota-se que há uma tendência de quando o prazo é limitado para execução de um serviço, maior o peso (w_i) atribuído pelos respondentes a este critério. Apenas no par Cenários 01 e 03, os pesos atribuídos mantiveram-se constantes, mas neste caso, o RD era limitado.

Quadro 4.3 - Frequência de respondentes por peso ao critério Competência Gerencial e Financeira – Análise CPF

Critério	Comparação	Variação dos Cenários				Pesos											
		Gen	Cr.	Variável	Par-a-Par	Má	10	09	08	07	06	05	04	03	02	01	In
Competência Gerencial e Financeira	CPF1	01	QE	Baixo	PF limit.	1	5	3	10	0	2	1	0	0	0	0	0
		03	RD	Limitado	PF folg.	0	6	2	10	2	0	2	0	0	0	0	0
	CPF2	02	QE	Alto	PF lim.	4	6	7	4	1	0	0	0	0	0	0	0
		04	RD	Limitado	PF folg.	0	4	4	14	0	0	0	0	0	0	0	0
	CPF3	05	QE	Baixo	PF limit.	1	5	1	3	3	4	0	0	3	2	0	0
		07	RD	Folgado	PF folg.	0	2	2	4	2	5	0	3	0	1	0	0
	CPF4	06	QE	Alto	PF limit.	0	5	2	6	3	5	0	0	3	2	0	0
		08	RD	Folgado	PF folg.	1	2	1	4	3	8	3	3	0	1	0	0

Em relação, a variável RD, conforme Quadro 4.4, foi observado que quanto menor a disponibilidade desse recurso, maior é a atribuição de pesos ao critério em questão, conforme cada avaliação par-a-par entre os cenários. Exceção ocorreu, apenas no caso da

comparação CRD1, em que para PF limitado e QE baixa, neste caso para RD limitado, a atribuição de pesos foi menor.

Quadro 4.4 – Frequência de respondentes por peso ao critério Competência Gerencial e Financeira – Análise CRD

Critério	Comparação	Variação dos Cenários				Pesos											
		Gen	Cr.	Variável	Par-a-Par	Má	10	09	08	07	06	05	04	03	02	01	In
Competência Gerencial e Financeira	CRD1	01	QE	Baixo	RD limit.	1	5	3	10	0	2	1	0	0	0	0	0
		05	PF	Limitado	RD folg.	1	5	1	3	3	4	0	0	3	2	0	0
	CRD2	02	QE	Alto	RD lim.	4	6	7	4	1	0	0	0	0	0	0	0
		06	PF	Limitado	RD folg.	0	5	2	6	3	5	0	0	3	2	0	0
	CRD3	03	QE	Baixo	RD limit.	0	6	2	10	2	0	2	0	0	0	0	0
		07	PF	Folgado	RD folg.	0	2	2	4	2	5	0	3	0	1	0	0
	CRD4	04	QE	Alto	RD limit.	0	4	4	14	0	0	0	0	0	0	0	0
		08	PF	Folgado	RD folg.	1	2	1	4	3	8	3	3	0	1	0	0

As observações feitas acima indicam que as variáveis que influenciam na determinação do peso em cada cenário para o critério Competência Gerencial e Financeira são, principalmente, a limitação de recursos e de planejamento físico. Observou-se que em todos os quadros, quando essas duas variáveis eram folgadas, independente da QE exigida, os pesos atribuídos ao critério foram baixos. Isto significa, que independente da QE exigida, o critério Competência Gerencial e Financeira é relevante quando há restrições, principalmente, de recurso e em segundo lugar de prazo.

4.3.2 - Critério 02 – Preço ofertado

Assim como foi realizado no critério anterior, para a análise desse critério foram feitas comparações variando os valores qualitativos das variáveis: QE, PF e RD. Os resultados estão apresentados nos Quadros 4.5, 4.6 e 4.7.

Nas análises par-a-par, apresentadas no Quadro 4.5, o intuito foi verificar se QE influencia diretamente nos pesos do critério. Pode-se inferir que a variável QE não influencia na atribuição de pesos para este critério, pois os pesos atribuídos pela moda tenderam a não sofrer alterações nessas comparações, CQE1, CQE2 e CQE3.

Quadro 4.5 – Frequência de respondentes por peso ao critério Preço Ofertado – Análise CQE

Critério	Comparação	Variação dos Cenários				Pesos											
		Cen	Cr.	Variável	Par-a-Par	Má	10	09	08	07	06	05	04	03	02	01	In
Preço ofertado	CQE1	01	PF	Limitado	QE baixa	4	9	3	3	1	0	2	0	0	0	0	0
		02	RD	Limitado	QE alta	1	10	3	2	2	3	1	0	0	0	0	0
	CQE2	03	PF	Folgado	QE baixa	1	1	2	7	5	1	3	2	0	0	0	0
		04	RD	Limitado	QE alta	1	0	1	6	3	2	6	0	0	3	0	0
	CQE3	05	PF	Limitado	QE baixa	5	8	0	4	2	0	3	0	0	0	0	0
		06	RD	Folgado	QE alta	1	7	5	6	0	0	3	0	0	0	0	0
	CQE4	07	PF	Folgado	QE baixa	1	1	2	8	4	3	3	0	0	0	0	0
		08	RD	Folgado	QE alta	1	0	2	6	4	3	4	2	0	0	0	0

Igualmente, foram realizadas avaliação com os pares em que a variável PF se alterava, conforme pode ser observado no Quadro 4.6, foram encontradas tendências a majoração dos critérios pelos respondentes nos cenários: 01, 02, 05 e 06, nesta situação a variável PF eram limitadas. E ainda, foi observada a minoração dos pesos nos casos dos cenários 03, 04, 07 e 08, em que foi observado PF folgados. Portanto, o Preço Ofertado tem peso alto quando o Planejamento Físico é limitado e menor quando ele é folgado. Porém, os Recursos Disponíveis não influenciam, pois o peso ao critério é o mesmo, tanto quando eles são limitado como quando são folgados.

Quadro 4.6 – Frequência de respondentes por peso ao critério Preço Ofertado – Análise CPF

Critério	Comparação	Variação dos Cenários				Pesos											
		Cen	Cr.	Variável	Par-a-Par	Má	10	09	08	07	06	05	04	03	02	01	In
Preço ofertado	CPF1	01	QE	Baixo	PF limit.	4	9	3	3	1	0	2	0	0	0	0	0
		03	RD	Limitado	PF folg.	1	1	2	7	5	1	3	2	0	0	0	0
	CPF2	02	QE	Alto	PF lim.	1	10	3	2	2	3	1	0	0	0	0	0
		04	RD	Limitado	PF folg.	0	4	4	14	0	0	0	0	0	0	0	0
	CPF3	05	QE	Baixo	PF limit.	5	8	0	4	2	0	3	0	0	0	0	0
		07	RD	Folgado	PF folg.	1	1	2	8	4	3	3	0	0	0	0	0
	CPF4	06	QE	Alto	PF limit.	1	7	5	6	0	0	3	0	0	0	0	0
		08	RD	Folgado	PF folg.	1	0	2	6	4	3	4	2	0	0	0	0

Do mesmo modo, para uma avaliação entre os pares em que houve alteração da variável RD, Quadro 4.7. Nessa avaliação, a intenção foi verificar a influência dos Recursos Disponíveis na atribuição dos pesos (w_i) pelos respondentes. Assim como no caso da avaliação de QE, não foram evidenciadas tendências significativas. A variação ocorre

quando há folga no planejamento, isto é, o critério preço ofertado tem menor importância quando o Planejamento Físico é folgado.

Quadro 4.7 – Frequência de respondentes por peso ao critério Preço Ofertado – Análise CRD

Critério	Comparação	Variação dos Cenários				Pesos													
		Gen	Cr.	Variável	Par-a-Par	Má	10	09	08	07	06	05	04	03	02	01	In		
Preço ofertado	CRD1	01	QE	Baixo	RD limit.	4	9	3	3	1	0	2	0	0	0	0	0		
		05	PF	Limitado	RD folg.	5	8	0	4	2	0	3	0	0	0	0	0		
	CRD2	02	QE	Alto	RD lim.	1	10	3	2	2	3	1	0	0	0	0	0		
		06	PF	Limitado	RD folg.	1	7	5	6	0	0	3	0	0	0	0	0		
	CRD3	03	QE	Baixo	RD limit.	1	1	2	7	5	1	3	2	0	0	0	0		
		07	PF	Folgado	RD folg.	1	1	2	8	4	3	3	0	0	0	0	0		
	CRD4	04	QE	Alto	RD limit.	1	0	1	6	3	2	6	0	0	3	0	0		
		08	PF	Folgado	RD folg.	1	0	2	6	4	3	4	2	0	0	0	0		

Com os dados apresentados nos Quadros 4.5, 4.6 e 4.7, foi possível inferir que o PF foi uma das variáveis de maior relevância, dentro da atribuição de pesos ao critério Preço ofertado pelo subempreiteiro em relação aos cenários.

Foi observado que quanto maior o prazo estabelecido pelo PF menor foi a atribuição dada de pesos (w_i) ao referido critério, e a recíproca é verdadeira, para um menor prazo, ou prazo limitado para a execução do serviço, maior foi o valor do peso atribuído ao critério Preço Ofertado.

Em todos os pares estudados, CPF1, CPF2 e CPF3, foram observadas essas relações para o PF dentro do critério Preço ofertado.

Dessa forma, pode-se concluir que a variável PF foi a que possuiu maior influência na atribuição de valores de pesos neste critério. Com base nesta afirmação, algumas observações podem ser inferidas quando analisadas as avaliações par-a-par, sendo essas:

1. Quando foi aferido um maior prazo para a execução do serviço menor foi o peso (w_i) atribuído ao critério Preço ofertado. Isso, provavelmente, porque os gestores da construção civil avaliam que quando há um prazo maior para elaboração de uma determinada tarefa, existe a possibilidade de se contratar um subempreiteiro

por ora menos qualificado e com um Preço ofertado menor que o da média. Nessa situação, poderia haver uma possível economia, pois como o prazo está relativamente folgado, há a possibilidade de treinar o subempreiteiro no decorrer da obra. Em síntese, há a possibilidade do estabelecimento de uma parceria entre o contratante e o subempreiteiro..

2. Quando observado um menor prazo para a elaboração de uma atividade, maior foi o peso (w_i) atribuído ao critério Preço Ofertado. Com essa observação pode-se inferir que os gestores da construção civil avaliam o Preço como um fator que pode garantir boa qualidade de serviço mesmo em situações de Planejamento limitado, ou seja, quanto maior o Preço ofertado melhor a qualidade do serviço executado.

Essas avaliações são procedentes, pois em ambas as situações da variável limitadas ou folgadas no prazo disponível no Planejamento, foram encontrados semelhança na atribuição dos pesos (w_i) nos cenários em que o PF apresentou a característica de folgado. Esses têm os mesmos valores de atribuição de pesos e o mesmo foi verificado quando encontra-se limitado no tocante a PF.

4.3.3 - Critério 03 – Flexibilidade/disponibilidade quanto ao prazo para execução dos serviços

No caso do critério flexibilidade / disponibilidade quanto ao prazo de execução apresentado pelo subempreiteiro, foi observado uma tendência a valorização dos pesos (w_i) no caso, em que PF eram limitados e também em cenários em que o RD eram limitado.

Não foram encontradas tendências expressivas para o caso de QE. No entanto, foi observada uma leve tendência à valorização dos pesos (w_i) para o critério no caso de cenário com uma elevada exigência de qualificação.

Quando avaliadas a variável QE, conforme pode ser observado no Quadro 4.8, não há como concluir que a variável exerça influência na atribuição dos pesos (w_i). Porém, foi evidenciada uma tendência de atribuição de pesos maiores para situações em que QE é baixa.

Quadro 4.8 – Frequência de respondentes por peso ao critério Flexibilidade / Disponibilidade – Análise CQE

Critério	Comparação	Variação dos Cenários				Pesos											
		Cen	Cr.	Variável	Par-a-Par	Má	10	09	08	07	06	05	04	03	02	01	In
Flexibilidade / disponibilidade	CQE1	01	PF	Limitado	QE baixa	6	8	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		02	RD	Limitado	QE alta	3	9	4	6	0	0	0	0	0	0	0	0
	CQE2	03	PF	Folgado	QE baixa	4	13	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0
		04	RD	Limitado	QE alta	3	8	8	2	1	0	0	0	0	0	0	0
	CQE3	05	PF	Limitado	QE baixa	0	2	0	4	8	4	3	0	1	0	0	0
		06	RD	Folgado	QE alta	0	2	0	5	4	7	2	1	1	0	0	0
	CQE4	07	PF	Folgado	QE baixa	0	2	0	9	4	4	3	0	0	0	0	0
		08	RD	Folgado	QE alta	0	2	1	5	7	3	2	1	1	0	0	0

Em avaliações par-a-par, com o intuito de avaliar a influência de PF nos pesos (w_i) do critério, Quadro 4.9, foi verificado que quando PF era folgado, houve uma tendência de atribuição de pesos (w_i) maiores para esses cenários, nos Cenários 03, 07 e 08.

Quadro 4.9 – Frequência de respondentes por peso ao critério Flexibilidade / Disponibilidade – Análise CPF

Critério	Comparação	Variação dos Cenários				Pesos											
		Cen	Cr.	Variável	Par-a-Par	Má	10	09	08	07	06	05	04	03	02	01	In
Flexibilidade / disponibilidade	CPF1	01	QE	Baixo	PF limit.	6	8	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		03	RD	Limitado	PF folg.	4	13	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0
	CPF2	02	QE	Alto	PF lim.	3	9	4	6	0	0	0	0	0	0	0	0
		04	RD	Limitado	PF folg.	3	8	8	2	1	0	0	0	0	0	0	0
	CPF3	05	QE	Baixo	PF limit.	0	2	0	4	8	4	3	0	1	0	0	0
		07	RD	Folgado	PF folg.	0	2	0	9	4	4	3	0	0	0	0	0
	CPF4	06	QE	Alto	PF limit.	0	2	0	5	4	7	2	1	1	0	0	0
		08	RD	Folgado	PF folg.	0	2	1	5	7	3	2	1	1	0	0	0

Nas avaliações de influência de RD, em análises par-a-par, foram observadas conforme demonstra o Quadro 4.10. Nos Cenários 01, 02, 03 e 04, em que o RD é limitado e o valor atribuído aos pesos (w_i) são superiores aos demais nas avaliações par-a-par. Com isso verifica-se que nos casos de RD, há uma tendência de valorização do critério em uma análise multicritério do dados.

Quadro 4.10 – Frequência de respondentes por peso ao critério Flexibilidade / Disponibilidade – Análise CRD

Critério	Comparação	Variação dos Cenários				Pesos												
		Cen	Cr.	Variável	Par-a-Par	Má	10	09	08	07	06	05	04	03	02	01	In	
Flexibilidade / disponibilidade	CRD1	01	QE	Baixo	RD limit.	6	8	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		05	PF	Limitado	RD folg.	0	2	0	4	8	4	3	0	1	0	0	0	0
	CRD2	02	QE	Alto	RD lim.	3	9	4	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		06	PF	Limitado	RD folg.	0	2	0	5	4	7	2	1	1	0	0	0	0
	CRD3	03	QE	Baixo	RD limit.	4	13	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
		07	PF	Folgado	RD folg.	0	2	0	9	4	4	3	0	0	0	0	0	0
	CRD4	04	QE	Alto	RD limit.	3	8	8	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
		08	PF	Folgado	RD folg.	0	2	1	5	7	3	2	1	1	0	0	0	0

Em razão dos dados apresentados, algumas proposições podem ser formuladas, sendo essas:

1. Os gestores da construção civil percebem que para PF folgado, no critério Flexibilidade/Disponibilidade para executar o serviço, o peso (w_i) atribuído para o critério é maior. Isso ocorre devido provavelmente a obra ser passível de interferências de agentes internos e externos, que podem provocar alteração de ritmo em certas tarefas, e quando o prazo é folgado pode ser necessário re-estabelecer o planejamento, porém não pode existir atraso no cronograma final de entrega da obra. Neste, caso os gestores percebem que o subempreiteiro deve oferecer a capacidade de se adequar as condições do contratante;
2. Os gestores da construção civil avaliam que a falta de flexibilidade apresentada por um subempreiteiro pode gerar maior déficit no orçamento da obra. Foi verificado que em cenários em que o RD é limitado, maior foi a atribuição de pesos (w_i) ao critério no cenário. Provavelmente devido ao fato de que em situações de crises em acompanhar o cronograma final da obra, seria necessário incluir novos subempreiteiros e/ou pessoal próprio para terminar determinadas tarefas, caso o subempreiteiro não conseguisse atender os vários momentos da obra. Esses fatos podem dificultar a gestão e acarretar maior perda de recursos;
3. Os gestores da construção civil percebem também que QE pode acarretar em dificuldades de gestão de prazo, e acompanhamento do cronograma da obra. Os gestores responderam que quanto menor a qualificação exigida para a elaboração

de uma determinada atividade, maior é o peso (w_i) apresentado para o critério Flexibilidade/Disponibilidade. Possivelmente, porque quanto menor QE, maior é a influência da quantidade de mão-de-obra, em que o volume de serviço executado é diretamente proporcional a quantidade de mão-de-obra alocada para a execução da atividade.

4.3.4 - Critério 04 – Imagem e Relação Interpessoal

Esse critério não apresentou uma influência direta das variáveis determinadas para modelar os cenários. Houve uma tendência geral de respostas dos pesos (w_i) entre os valores de 7,0 e 8,0 para todos os cenários, conforme pode ser verificado no Quadro 4.11, 4.12 e 4.13. Apenas nos cenários 05 e 07 foi verificado maiores dispersões de dados e atribuições de pesos de valores 5,5 e 6,5, respectivamente. No entanto, esses valores foram atribuídos por meio da média aritmética das respostas de maior frequência, o que não anulou a tendência geral das respostas.

Quadro 4.11 – Frequência de respondentes por peso ao critério Imagem e Relação Interpessoal – Análise CQE

Critério	Comparação	Variação dos Cenários				Pesos											
		Cen	Cr.	Variável	Par-a-Par	Má	10	09	08	07	06	05	04	03	02	01	In
Imagem e a relação interpessoal	CQE1	01	PF	Limitado	QE baixa	2	4	1	8	2	2	3	0	0	0	0	0
		02	RD	Limitado	QE alta	2	6	5	7	1	1	0	0	0	0	0	0
	CQE2	03	PF	Folgado	QE baixa	2	3	1	4	9	1	1	1	0	0	0	0
		04	RD	Limitado	QE alta	2	4	6	7	3	0	0	0	0	0	0	0
	CQE3	05	PF	Limitado	QE baixa	2	3	0	5	3	3	5	1	0	0	0	0
		06	RD	Folgado	QE alta	2	4	3	9	3	0	1	0	0	0	0	0
	CQE4	07	PF	Folgado	QE baixa	2	3	1	4	1	5	5	0	1	0	0	0
		08	RD	Folgado	QE alta	2	4	0	7	5	3	1	0	0	0	0	0

Por meio desses dados foi possível inferir que, para os gestores da construção civil, a Imagem Empresarial e a Relação Interpessoal com o subempreiteiro, têm grau similar de importância, independentemente do cenário em que a decisão está inserida.

Quadro 4.12 – Frequência de respondentes por peso ao critério Imagem e Relação Interpessoal – Análise CPF

Critério	Comparação	Variação dos Cenários				Pesos											
		Cen	Cr.	Variável	Par-a-Par	Má	10	09	08	07	06	05	04	03	02	01	In
Imagem e a relação interpessoal	CPF1	01	QE	Baixo	PF limit.	2	4	1	8	2	2	3	0	0	0	0	0
		03	RD	Limitado	PF folg.	2	3	1	4	9	1	1	1	0	0	0	0
	CPF2	02	QE	Alto	PF lim.	2	6	5	7	1	1	0	0	0	0	0	0
		04	RD	Limitado	PF folg.	2	4	6	7	3	0	0	0	0	0	0	0
	CPF3	05	QE	Baixo	PF limit.	2	3	0	5	3	3	5	1	0	0	0	0
		07	RD	Folgado	PF folg.	2	3	1	4	1	5	5	0	1	0	0	0
	CPF4	06	QE	Alto	PF limit.	2	4	3	9	3	0	1	0	0	0	0	0
		08	RD	Folgado	PF folg.	2	4	0	7	5	3	1	0	0	0	0	0

Apesar da inobservância de tendências, em relação à influência das variáveis QE, PF e RD na atribuição de pesos para esse critério nos cenários, no caso do Cenário 07, em que QE é baixa, RD é folgado e PF é folgado, há uma tendência de atribuição de peso menor para o critério. Isso, provavelmente ocorre, pois nesse cenário existem condições favoráveis para selecionar um subempreiteiro, tendo em vista que não há limitações para a execução das atividades. Nessa situação, pode ser inferido que os gestores percebem que para esse cenário há a possibilidade de arriscar um pouco na seleção.

Quadro 4.13 – Frequência de respondentes por peso ao critério Imagem e Relação Interpessoal – Análise CRD

Critério	Comparação	Variação dos Cenários				Pesos											
		Cen	Cr.	Variável	Par-a-Par	Má	10	09	08	07	06	05	04	03	02	01	In
Imagem e a relação interpessoal	CRD1	01	QE	Baixo	RD limit.	2	4	1	8	2	2	3	0	0	0	0	0
		05	PF	Limitado	RD folg.	2	3	0	5	3	3	5	1	0	0	0	0
	CRD2	02	QE	Alto	RD lim.	2	6	5	7	1	1	0	0	0	0	0	0
		06	PF	Limitado	RD folg.	2	4	3	9	3	0	1	0	0	0	0	0
	CRD3	03	QE	Baixo	RD limit.	2	3	1	4	9	1	1	1	0	0	0	0
		07	PF	Folgado	RD folg.	2	3	1	4	1	5	5	0	1	0	0	0
	CRD4	04	QE	Alto	RD limit.	2	4	6	7	3	0	0	0	0	0	0	0
		08	PF	Folgado	RD folg.	2	4	0	7	5	3	1	0	0	0	0	0

4.3.5 - Critério 05 – Qualificação Técnica dos Subempreiteiros

O critério Qualificação profissional apresentada pelo subempreiteiro, possui influência da variável QE, quando comparados os cenários par-a-par, conforme pode ser observado nos Quadros 4.14.

Quadro 4.14 – Frequência de respondentes por peso ao critério Qualificação – Análise CQE

Critério	Comparação	Variação dos Cenários				Pesos											
		Cen	Cr.	Variável	Par-a-Par	Má	10	09	08	07	06	05	04	03	02	01	In
Qualificação	CQE1	01	PF	Limitado	QE baixa	0	1	0	11	1	4	3	1	1	0	0	0
		02	RD	Limitado	QE alta	2	14	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0
	CQE2	03	PF	Folgado	QE baixa	0	3	0	7	7	2	2	0	1	0	0	0
		04	RD	Limitado	QE alta	3	10	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0
	CQE3	05	PF	Limitado	QE baixa	0	3	0	6	4	2	5	0	2	0	0	0
		06	RD	Folgado	QE alta	2	7	7	5	0	0	1	0	0	0	0	0
	CQE4	07	PF	Folgado	QE baixa	0	2	0	8	0	6	5	1	0	0	0	0
		08	RD	Folgado	QE alta	3	9	2	8	0	0	0	0	0	0	0	0

Nas comparações, par-a-par para os cenários, nos pares: 01 x 02, 03 x 04, 05 x 06 e 07 x 08, Quadro 4.14, foram verificados que quanto maior a QE, maior foi o peso atribuído ao cenário equivalente.

Quadro 4.15 – Frequência de respondentes por peso ao critério Qualificação – Análise CPF

Critério	Comparação	Variação dos Cenários				Pesos											
		Cen	Cr.	Variável	Par-a-Par	Má	10	09	08	07	06	05	04	03	02	01	In
Qualificação	CPF1	01	QE	Baixo	PF limit.	0	1	0	11	1	4	3	1	1	0	0	0
		03	RD	Limitado	PF folg.	0	3	0	7	7	2	2	0	1	0	0	0
	CPF2	02	QE	Alto	PF lim.	2	14	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0
		04	RD	Limitado	PF folg.	3	10	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0
	CPF3	05	QE	Baixo	PF limit.	0	3	0	6	4	2	5	0	2	0	0	0
		07	RD	Folgado	PF folg.	0	2	0	8	0	6	5	1	0	0	0	0
	CPF4	06	QE	Alto	PF limit.	2	7	7	5	0	0	1	0	0	0	0	0
		08	RD	Folgado	PF folg.	3	9	2	8	0	0	0	0	0	0	0	0

Como pode ser observado, nos casos dos cenários 02, 04, 06 e 08, que possuem a característica de demandar uma elevada carga de qualificação profissional, pode ser observado no Quadro 4.14, em suas comparações par-a-par, que possuem a característica de receber uma maior atribuição de peso (w_i).

No entanto, como pode ser observado nos Quadros 4.15 e 4.16, não há tendências da influência de PF e RD, para atribuições dos pesos para este critério.

Quadro 4.16 – Frequência de respondentes por peso ao critério Qualificação – Análise CRD

Critério	Comparação	Variação dos Cenários				Pesos											
		Cen	Cr.	Variável	Par-a-Par	Má	10	09	08	07	06	05	04	03	02	01	In
Qualificação	CRD1	01	QE	Baixo	RD limit.	0	1	0	11	1	4	3	1	1	0	0	0
		05	PF	Limitado	RD folg.	0	3	0	6	4	2	5	0	2	0	0	0
	CRD2	02	QE	Alto	RD lim.	2	14	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0
		06	PF	Limitado	RD folg.	2	7	7	5	0	0	1	0	0	0	0	0
	CRD3	03	QE	Baixo	RD limit.	0	3	0	7	7	2	2	0	1	0	0	0
		07	PF	Folgado	RD folg.	0	2	0	8	0	6	5	1	0	0	0	0
	CRD4	04	QE	Alto	RD limit.	3	10	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0
		08	PF	Folgado	RD folg.	3	9	2	8	0	0	0	0	0	0	0	0

4.3.6 - Valores dos pesos atribuídos aos critérios

Quanto ao valor atribuído aos pesos dos critérios em cada cenário, ele foi determinado em função do valor da moda identificada nos questionários para cada critério em cada cenário, tal como foi apresentado nos diversos quadros. Em alguns casos, houve empate entre dois valores de pesos (w_i). Nestes casos, adotou-se como peso para o critério, a média aritmética entre os valores de pesos empatados.

Os pesos (w_i) atribuídos na caracterização do modelo *PROMETHEE*, são os resultados indicados no Quadro 4.17. Todas as análises dos estudos de caso foram conduzidas com uso desses pesos.

Visando maior esclarecimento sobre como foram adotados estes valores para os pesos será tomado como exemplo, o caso do peso 7,5 atribuído ao critério denominado Qualificação ofertada no Cenário 03, Quadro 4.17.

Com essas informações fica respondida o segundo questionamento apontado no início do item 4.3 a qual questionava sobre quais seriam os pesos atribuídos aos critérios para a caracterização do modelo multicritério.

Ao final desta análise, a questão colocada anteriormente, quanto a existência de variação nos pesos atribuídos em função do cenário, foi respondida. Conforme os resultados apresentados no Quadro 4.17 foi possível concluir:

- i) há variação dos pesos dos critérios em cada um dos oito cenários;e
- ii) há também variação dos pesos dos critérios, quando comparados entre si, em cada cenário.

Quadro 4.17 - Pesos atribuídos aos critérios em cada cenário

Critérios	Cen01	Cen02	Cen03	Cen04	Cen05	Cen06	Cen07	Cen08
Capacidade gerencial e financeira	8,0	9,0	8,0	8,0	10,0	8,0	6,0	6,0
Preço ofertado	10,0	10,0	8,0	6,5	10,0	10,0	8,0	8,0
Flexibilidade / disponibilidade em executar o serviço	9,5	10,0	10,0	9,0	7,0	6,0	8,0	7,0
Imagem empresarial e relação interpessoal	8,0	8,0	7,0	8,0	6,5	8,0	5,5	8,0
Qualificação ofertada	8,0	10,0	7,5	10,0	8,0	9,5	8,0	10,0

Conforme pode ser observado no Quadro 4.14, para o cenário 03, no critério Qualificação ofertada houve empate no valor da moda nos pesos 7 e 8. Então para esse critério no cenário foi atribuído uma média aritmética o que resultou num valor de 7,5 para o peso deste critério.

Em síntese, a partir do Quadro 4.17 é possível inferir que:

- Em cenários em que Planejamento Físico e Recursos Disponíveis são limitados os pesos atribuídos ao critério Preço Ofertado é alto quando comparado aos demais. Este critério foi considerado um dos mais importantes para esta decisão;
- Em cenários em que a Qualificação Exigida é alta o valor do peso atribuído ao critério Qualificação Ofertada é elevado. Este critério, para os cenários em que o Planejamento Físico é folgado foi considerado o mais importante.

4.3.7 - Valores dos pesos atribuídos aos subcritérios

Como visto no Capítulo 2 em que foi apresentada a estruturação teórica do estudo, a determinação dos valores dos pesos atribuídos aos subcritérios é relevante no caso de modelos multicritérios de apoio a decisão, pois estes possibilitam uma forma diferente de avaliação e complementa o entendimento do problema.

As mesmas análises indicadas para a determinação dos pesos (w_i) dos critérios foram conduzidas para a atribuição dos pesos para os subcritérios. Todos os pesos foram determinados em função da moda e em caso de empate foi utilizada a média aritmética entre os pesos com maior frequência.

No entanto, com o intuito de reduzir o número de questões do questionário, apresentado no Apêndice A, de 288 para 31 em relação aos subcritérios, os pesos foram questionados apenas uma vez e com uma equação de compatibilização, Equação (2.1), foram atribuídos pesos para os subcritérios em cada um dos cenários. Para gerar essa informação foi utilizado o vetor de pesos do subcritérios, Quadro 4.18, e a matriz de pesos dos critérios, Quadro 4.17 e a Equação (2.1). Essa aplicação gerou o Quadro 4.19.

Como no modelo *PROMETHEE*, para uma determinada escala alguns valores máximos e ou de indiferença podem ser atribuídos nas informações para a formação de um critério generalizado, conforme apresentado no Capítulo 2. Foram questionados aos respondentes sobre os valores de máxima preferência e indiferença em relação a cada peso de critério/subcritério.

No entanto, a atribuição de Máxima Preferência e Indiferença ocorreu de forma pontual e não geraram informações relevantes que pudessem ser inseridas no modelo multicritério. Logo, para auxiliar na caracterização do modelo foi necessário estabelecer um valor numérico para os casos em que foi observada a Máxima Preferência para os subcritérios. Foi atribuído aleatoriamente o valor de 12 unidades de peso para os subcritérios que receberam essa pontuação.

Quadro 4.18 - Pesos dos subcritérios coletados

Critério	Número	Sub-critério	Pesos
Critério 01	01	Proximidade das instalações da empresa contratada em relação à empresa contratante.	5,0
	02	Estrutura comercial disponível e o apoio desta na concepção do produto.	8,0
	03	Posição ocupada perante aos concorrentes, em ranking de melhores empresas.	8,0
	04	Capacidade gerencial que a empresa contratada tem disponível.	10,0
	05	Disponibilidade financeira que o possível contratado possui.	10,0
Critério 02	06	Preço final ou global do produto.	8,0
	07	Preço unitário.	8,0
	08	Quão relevantes são os índices/prazos utilizados pela futura contratada para os reajustes contratuais.	6,0
	09	Prazo que o subempreiteiro suporta para a devolução das retenções contratuais.	8,0
	10	Possibilidade de absorver custos com materiais.	9,0
	11	Condições para pagamento ofertadas	9,0
Critério 03	12	Disponibilidade de finalizar os serviços em prazos iguais ou inferiores aos solicitados.	M.P.*
	13	Grau de controle dos serviços executados.	M.P.*
	14	Disponibilidade para Execução dos Serviços	M.P.*
	15	Flexibilidade para atender ao contratante conforme os ritmos da obra	M.P.*
	16	Quantidade de empresas em que o possível contratado atua no momento	8,0
Critério 04	17	Relacionamento do prestador de serviço com os seus clientes antigos.	8,0
	18	Histórico dos fornecimentos.	10,0
	19	Imagem do subempreiteiro na localidade.	10,0
	20	Recomendações de clientes anteriores.	10,0
	21	Idoneidade moral e financeira da contratada.(Nossa! Que moral em	M.P.*
	22	A apresentação/empatia que o subempreiteiro teve com a possível contratante.	10,0
	23	Grau de interesse do subempreiteiro em executar os serviços contratados.	10,0
	24	Estrutura para atendimento pós-venda.	8,0
	25	Motivação da Equipe.	10,0
Critério 05	26	Fornecedor de serviço portador de certificações (ISO 9001:2000, PSQ e etc.).	8,0
	27	Possibilidade de comprovação da especialização (acervo técnico e etc).	8,0
	28	Disponibilidade de profissionais técnicos (técnicos, engenheiros, mestres, doutores).	10,0
	29	Capacidade de acompanhar o desenvolvimento tecnológico do setor em que atua.	10,0
	30	Capacidade de desenvolver e aprimorar tecnologias.	8,0
	31	Capacitação técnica da equipe.	8,0

*No caso da atribuição de Máxima Preferência para os subcritérios em análise foi atribuído um peso equivalente a 12 (doze).

Nos dados coletados pelos questionários em relação aos subcritérios, foi observado uma tendência de atribuição de pesos maiores para subcritérios vinculados aos critérios Flexibilidade/Disponibilidade ofertada pelo subempreiteiro e Relação Interpessoal e Imagem Organizacional conforme pode ser observado na distribuição dos subcritérios de 12 a 25, apresentados no Quadro 4.18. Nesses critérios, foi observada uma tendência a atribuição do peso 10 para os critérios.

Quadro 4.19 - Pesos dos subcritérios corrigidos e atribuídos a cada um dos cenários

Critério	Subcritério	Cen01	Cen02	Cen03	Cen04	Cen05	Cen06	Cen07	Cen08
Critério 01	01	0.800	0.900	0.800	0.800	1.000	0.800	0.600	0.600
	02	1.280	1.440	1.280	1.280	1.600	1.280	0.960	0.960
	03	1.280	1.440	1.280	1.280	1.600	1.280	0.960	0.960
	04	1.600	1.800	1.600	1.600	2.000	1.600	1.200	1.200
	05	1.600	1.800	1.600	1.600	2.000	1.600	1.200	1.200
Critério 02	06	1.333	1.333	1.067	0.871	1.333	1.333	1.067	1.067
	07	1.333	1.333	1.067	0.871	1.333	1.333	1.067	1.067
	08	1.000	1.000	0.800	0.653	1.000	1.000	0.800	0.800
	09	1.333	1.333	1.067	0.871	1.333	1.333	1.067	1.067
	10	1.500	1.500	1.200	0.979	1.500	1.500	1.200	1.200
Critério 03	11	1.500	1.500	1.200	0.979	1.500	1.500	1.200	1.200
	12	2.160	2.280	2.400	2.160	1.680	1.440	1.920	1.680
	13	2.160	2.280	2.400	2.160	1.680	1.440	1.920	1.680
	14	2.160	2.280	2.400	2.160	1.680	1.440	1.920	1.680
	15	2.160	2.280	2.400	2.160	1.680	1.440	1.920	1.680
Critério 04	16	1.440	1.520	1.600	1.440	1.120	0.960	1.280	1.120
	17	0.711	0.711	0.622	0.711	0.578	0.711	0.489	0.711
	18	0.889	0.889	0.778	0.889	0.722	0.889	0.611	0.889
	19	0.889	0.889	0.778	0.889	0.722	0.889	0.611	0.889
	20	0.889	0.889	0.778	0.889	0.722	0.889	0.611	0.889
	21	1.067	1.067	0.933	1.067	0.867	1.067	0.733	1.067
	22	0.889	0.889	0.778	0.889	0.722	0.889	0.611	0.889
	23	0.889	0.889	0.778	0.889	0.722	0.889	0.611	0.889
	24	0.711	0.711	0.622	0.711	0.578	0.711	0.489	0.711
Critério 05	25	0.889	0.889	0.778	0.889	0.722	0.889	0.611	0.889
	26	1.067	1.333	1.000	1.333	1.067	1.267	1.067	1.333
	27	1.067	1.333	1.000	1.333	1.067	1.267	1.067	1.333
	28	1.333	1.667	1.250	1.667	1.333	1.583	1.333	1.667
	29	1.333	1.667	1.250	1.667	1.333	1.583	1.333	1.667
	30	1.067	1.333	1.000	1.333	1.067	1.267	1.067	1.333
	31	1.067	1.333	1.000	1.333	1.067	1.267	1.067	1.333

4.4 - CARACTERIZAÇÃO DO MODELO *PROMETHEE*

Segundo Ensslin (1998) essa fase é conhecida como uma das fases da estruturação do modelo multicritério, fase em que são questionados quais os problemas, os critérios e seus pesos e também a caracterização do modelo multicritério a ser utilizado. Para melhor entendimento, neste item foram consideradas duas etapas. A primeira chamada de construção do modelo multicritério preliminar. A segunda denominada teste do modelo multicritério.

4.4.1 - Caracterização do Modelo Multicritério Preliminar

Com a atribuição dos pesos (w_i) para cada critério e subcritério em cada cenário, foi cumpridas uma das etapas da caracterização do modelo multicritério. Também foram configuradas as funções de preferência e definidas as relações para cada critério e subcritério – se de maximização ou minimização.

Todos os critérios e subcritérios foram configurados para a relação de maximização. Exceção ocorreu para o critério Preço Ofertado e para os subcritérios Preço Unitário, Preço Global e Quantidade de Empresas em que atua.

Para o critério Preço Ofertado e os subcritérios Preço Unitário e Preço Global foram atribuídos a relação de minimização, pois quanto menor o preço, melhor é o desempenho do critério ou subcritério.

O mesmo ocorreu para o subcritério: Quantidade de Empresas em que o subempreiteiro atua. Pois, conforme pôde ser observado no item 4.1, a maioria dos respondentes trabalha em empresas de médio porte. E em pesquisas informais com gestores desse nicho de empresas da construção civil, foi observado que há uma preocupação desses em contratar subempreiteiros que atuam em várias empresas, pois em situações de crise, esses subempreiteiros tendem a atender preferencialmente as empresas maiores, que geralmente remuneram melhor pelos serviços do subempreiteiro.

No próximo item apresenta-se a aplicação do modelo, para três situações estabelecidas com o intuito de testá-lo, as quais foram denominadas aqui, por estudos de caso. Oportunamente eles serão detalhados.

As alternativas foram avaliadas em duas etapas, primeiramente com base nos critérios em que ambas as alternativas foram verificadas levando em consideração apenas aos critérios e uma segunda avaliação em que foram envolvidos apenas os subcritérios.

4.5 - TESTE DO MODELO MULTICRITÉRIO

A decisão de utilização de mão-de-obra de subempreiteiros integra o planejamento estratégico das empresas construtoras, que acontece ao longo da concepção das diretrizes de produção de um determinado empreendimento. Para que a tomada de decisão seja a mais apropriada, é necessário considerar as alternativas existentes entre os subempreiteiros disponíveis, de forma que atendam a maioria dessas diretrizes estabelecidas previamente e ajustado aos cenários existentes para cada serviço em que serão selecionados.

Somente após o estabelecimento das características dessas alternativas foi possível finalizar o processo de tabulação dos dados no modelo multicritério. No próximo item, será então detalhada a forma de obtenção destes dados.

4.5.1 - Aplicação do Modelo Multicritério nos Estudos de Caso

Neste estudo, foram conduzidos três estudos de casos visando encontrar as características dos subempreiteiros disponíveis para serem selecionados. O levantamento das alternativas de subempreiteiros existentes e a caracterização de cada uma deles foi realizado por meio de formulários aplicados em entrevistas com Engenheiros Residentes, atuantes em obras de duas construtoras de médio porte do DF. O modelo de formulário aplicado para esta finalidade está apresentado no Apêndice B.

4.5.2 - Levantamento das Características das Alternativas de Subempreiteiros nos Estudos de Caso

- Estudo de caso 1

A seleção de subempreiteiros, neste estudo de caso, foi destinada a uma obra conduzida sob o regime de administração, em que a receita da construtora é proveniente de uma porcentagem sobre a aquisição de materiais e serviços da obra.

Essas obras, geralmente, possuem a característica de terem os Recursos Disponíveis para a execução da obra folgados. Contudo, para este caso, o prazo para execução da obra era limitado. Os serviços para os quais os subempreiteiros seriam selecionados eram: execução de corte, dobra e montagem de armação para estrutura de concreto armado do tipo convencional.

Esse serviço é considerado como um serviço que demanda baixa qualificação profissional para sua execução. Então, trata-se de uma avaliação inserida nas características do Cenário 05 em que o Planejamento Físico (PF) era limitado, os Recursos Disponíveis (RD) folgado e a Qualificação Exigida (QE) era baixa.

Foram então avaliados cinco subempreiteiros do Distrito Federal e verificado qual a recomendação para escolha que o modelo multicritério apresenta para a execução do serviço.

Esses cinco subempreiteiros apresentaram suas propostas para a empresa contratante, que avaliou os subempreiteiros conforme a sensibilidade subjetiva de um funcionário que usualmente faz a avaliação de subempreiteiros, em uma empresa de médio porte, atuante no Distrito Federal.

Em entrevista realizada tendo como base as perguntas apresentadas no Apêndice B, o Engenheiro Residente respondeu, segundo sua percepção, o desempenho dos subempreiteiros nos cinco critérios: 1) Competência Gerencial e Financeira; 2) Preço Ofertado; 3) Flexibilidade / Disponibilidade para a execução do serviço, 4) Imagem Empresarial e Relação Interpessoal e; 5) Qualificação Técnica. Os dados para a

caracterização dos subempreiteiros, de acordo com os estes cinco critérios, estão apresentados no Quadro 4.20.

Quadro 4.20 - Caracterização das alternativas dos subempreiteiros para os critérios –
Estudo de caso 1

Crítérios	sub1	sub2	sub3	sub4	sub5
(1)	Ruim	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório	Ruim
(2)	114.700,00	125.800,00	148.000,00	138.750,00	148.000,00
(3)	Bom	Satisfatório	Bom	Bom	Satisfatório
(4)	Ruim	Ruim	Satisfatório	Satisfatório	Ruim
(5)	Satisfatório	Satisfatório	Bom	Bom	Satisfatório

O mesmo procedimento foi realizado para estabelecer as características dos subempreiteiros nos 31 subcritérios. Os dados obtidos foram tabulados conforme o Quadro 4.21.

Quadro 4.21 – Caracterização das alternativas dos subempreiteiros para os subcritérios – Estudo de caso 1

Crítérios	sub1	sub2	sub3	sub4	sub5
Proximidade entre empresas	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Estrutura comercial disponível	Ruim	Ruim	Satisfatório	Satisfatório	Ruim
Posição ocupada em ranking de empresas	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório	Ruim
Capacidade gerencial	Ruim	Ruim	Satisfatório	Satisfatório	Muito Ruim
Disponibilidade financeira	Muito Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	Muito Ruim
Preço final ou global	114.700,00	125.800,00	148.000,00	138.750,00	148.000,00
Preço unitário	0,62	0,68	0,8	0,75	0,8
Índices para reajustes contratuais	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório
Prazo para devolução de retenções contratuais	Muito Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	Muito Ruim
Possibilidade de absorver custos com materiais	Não	Não	Não	Não	Não
Condições para pagamento	Ruim	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório	Ruim
Disponibilidade para finalizar serviços em prazos menores ou iguais aos solicitados	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Grau de controle dos serviços	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório
Disponibilidade para executar os serviços	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Flexibilidade	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Quantidade de empresas em que atua	2	2	3	3	2
Relacionamentos com clientes antigos	Satisfatório	Ruim	Bom	Bom	Ruim
Histórico dos fornecimentos	Bom	Ruim	Bom	Bom	Ruim
Imagem do subempreiteiro na localidade	Bom	Satisfatório	Bom	Bom	Ruim
Recomendações de clientes anteriores	Bom	Ruim	Bom	Satisfatório	Satisfatório
Idoneidade moral e financeira	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório	Ruim
Empatia entre as partes	Bom	Bom	Bom	Bom	Satisfatório
Grau de interesse do subempreiteiro em executar o serviço	Bom	Ruim	Bom	Bom	Satisfatório
Estrutura para atendimento pós-venda	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim
Motivação da Equipe	Bom	Satisfatório	Satisfatório	Bom	Bom
Certificações (ISO 9001:2000, PSQ e etc.)	Não	Não	Não	Não	Não
Comprovação de acervo técnico	Não	Não	Não	Não	Não
Profissionais técnicos qualificados	Não	Não	Não	Não	Não
Capacidade de acompanhar o desenvolvimento tecnológico do setor	Não	Não	Não	Não	Não
Capacidade de desenvolver tecnologias	Não	Não	Não	Não	Não
Capacidade técnica da equipe	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório

- Estudo de caso 2

Diferentemente do estudo de caso anterior, neste a obra se caracterizava por ser de investimento próprio de uma construtora atuante no mercado regional. A construtora pretendia locar a edificação depois de concluída.

No entanto, durante certo período da obra, houve o estabelecimento de um contrato de locação para um cliente que exigiu um prazo mais curto para a finalização da obra, o que determinou a necessidade de se refazer o Planejamento Físico para todos os serviços que constituiriam a edificação.

Nestas condições, o cenário que caracterizava a subcontratação era Recursos Disponíveis (RD) folgados e Planejamento Físico (PF) limitado. O serviço a ser contratado era a execução de instalação de dutos e equipamentos de ar condicionado insuflado pelo piso.

Esse serviço exige alta qualificação profissional para sua execução. Com estas características o cenário encontrado é equivalente ao Cenário 06, o qual foi caracterizado no âmbito desta pesquisa como sendo de alta Qualificação Exigida (QE), Recursos Disponíveis (RD) folgados e Planejamento Físico (PF) limitado.

Foram avaliados cinco subempreiteiros que atuam no Distrito Federal e em São Paulo, que apresentaram suas propostas para a empreiteira contratante.

Quadro 4.22 – Caracterização das alternativas dos subempreiteiros para os critérios –
Estudo de caso 2

Crítérios	sub1	sub2	sub3	sub4	sub5
(1)	Muito Bom	Satisfatório	Bom	Bom	Satisfatório
(2)	1.100.000,00	1.250.000,00	1.200.000,00	1.600.000,00	1.800.000,00
(3)	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom
(4)	Bom	Bom	Bom	Satisfatório	Satisfatório
(5)	Bom	Satisfatório	Bom	Satisfatório	Bom

As características dos subempreiteiros foram obtidas por meio de uma entrevista realizada com o Engenheiro Residente, e foi questionado a esse funcionário da empresa, quais seriam as características de cada subempreiteiro, em função dos mesmos cinco critérios

utilizados no Estudo de Caso 1. Os dados para a caracterização do subempreiteiro segundo estes critérios estão apresentados no Quadro 4.22.

O mesmo procedimento foi realizado para obtenção das características do subempreiteiro em função dos subcritérios. Esses dados foram tabulados e inseridos no *Decision Lab*® conforme está apresentado no Quadro 4.23.

Quadro 4.23 - Caracterização das alternativas dos subempreiteiros para os subcritérios – Estudo de caso 2

Crítérios	sub1	sub2	sub3	sub4	sub5
Proximidade entre empresas	Sim	Sim	Não	Não	Sim
Estrutura comercial disponível	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom
Posição ocupada em ranking de empresas	Bom	Satisfatório	Bom	Bom	Bom
Capacidade gerencial	Bom	Satisfatório	Bom	Bom	Satisfatório
Disponibilidade financeira	Muito Bom	Bom	Muito Bom	Muito Bom	Bom
Preço final ou global	1.100.000,00	1.250.000,00	1.200.000,00	1.600.000,00	1.500.000,00
Preço unitário	0	0	0	0	0
Índices para reajustes contratuais	Muito Bom	Muito Bom	Muito Bom	Muito Bom	Muito Bom
Prazo para devolução de retenções contratuais	Muito Bom	Bom	Muito Bom	Muito Bom	Bom
Possibilidade de absorver custos com materiais	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Condições para pagamento	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom
Disponibilidade para finalizar serviços em prazos menores ou iguais aos solicitados	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Grau de controle dos serviços	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom
Disponibilidade para executar os serviços	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Flexibilidade	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Quantidade de empresas em que atua	11	8	12	34	7
Relacionamentos com clientes antigos	Muito Bom	Muito Bom	Muito Bom	Muito Bom	Muito Bom
Histórico dos fornecimentos	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom
Imagem do subempreiteiro na localidade	Muito Bom	Bom	Muito Bom	Muito Bom	Bom
Recomendações de clientes anteriores	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom
Idoneidade moral e financeira	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom
Empatia entre as partes	Muito Bom	Muito Bom	Muito Bom	Muito Bom	Bom
Grau de interesse do subempreiteiro em executar o serviço	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom
Estrutura para atendimento pós-venda	Muito Bom	Muito Bom	Muito Bom	Muito Bom	Muito Bom
Motivação da Equipe	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom
Certificações (ISO 9001:2000, PSQ e etc.)	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Comprovação de acervo técnico	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Profissionais técnicos qualificados	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Capacidade de acompanhar o desenvolvimento tecnológico do setor	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Capacidade de desenvolver tecnologias	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Capacidade técnica da equipe	Satisfatório	Bom	Satisfatório	Satisfatório	Bom

- Estudo de caso 3

Este estudo de caso, diferentemente dos dois anteriores, foi realizado em uma obra de incorporação imobiliária constituída de apartamentos do tipo quitinetes. A obra foi caracterizada como uma situação típica do Cenário 01, pois possuiu seus Recursos Disponíveis (RD) limitados, o Planejamento Físico (PF) limitado. O serviço definido para estudo é de baixa Qualificação (QE) - execução de sistemas de drenagem.

Foram avaliados quatro subempreiteiros do Distrito Federal e dois do estado de Goiás. Esses seis subempreiteiros apresentaram suas propostas para uma empreiteira contratante que os avaliou conforme a proposta que apresentaram.

Um formulário foi respondido durante entrevista com Engenheiro Residente, visando caracterizar os subempreiteiros, segundo os cinco critérios adotados para a estruturação do modelo multicritério em estudo. Os dados obtidos estão apresentados no Quadro 4.24.

Quadro 4.24 - Caracterização das alternativas dos subempreiteiros para os critérios – Estudo de caso 3

Crit	sub1	sub2	sub3	sub4	sub5	sub6
(1)	Muito Bom	Satisfatório	Muito Ruim	Bom	Ruim	Muito Ruim
(2)	190.000,00	250.000,00	280.000,00	280.000,00	220.000,00	150.000,00
(3)	Satisfatório	Muito Bom	Muito Bom	Bom	Satisfatório	Bom
(4)	Muito Bom	Bom	Bom	Muito Bom	Bom	Bom
(5)	Ruim	Satisfatório	Muito Bom	Satisfatório	Satisfatório	Ruim

O mesmo procedimento foi adotado para os subcritérios, e os dados obtidos para análise dos subempreiteiros de acordo com os subcritérios, estão apresentados no Quadro 4.25.

Em suma, neste item foram estabelecidas as variáveis necessárias para testar o modelo multicritério elaborado. No Quadro 4.26 é apresentada uma síntese destas variáveis.

Quadro 4.25 - Caracterização das alternativas dos subempreiteiros para os subcritérios – Estudo de caso 3

Crítérios	sub1	Sub2	sub3	sub4	sub5	sub6
Proximidade entre empresas	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Não
Estrutura comercial disponível	Bom	Muito Bom	Satisfatório	Muito Bom	Ruim	Bom
Posição ocupada em ranking de empresas	Bom	Bom	Satisfatório	Muito Bom	Ruim	Bom
Capacidade gerencial	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório	Bom	Bom	Muito Bom
Disponibilidade financeira	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório	Bom	Ruim	Bom
Preço final ou global	180.000,00	250.000,00	280.000,00	280.000,00	220.000,00	150.000,00
Preço unitário	200,00	150,00	110,00	315,00	230,00	120,00
Índices para reajustes contratuais	Satisfatório	Satisfatório	Bom	Ruim	Ruim	Bom
Prazo para devolução de retenções contratuais	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório	Bom	Satisfatório	Bom
Possibilidade de absorver custos com materiais	Sim	Não	Não	Sim	Não	Não
Condições para pagamento	Satisfatório	Bom	Bom	Satisfatório	Ruim	Satisfatório
Disponibilidade para finalizar serviços em prazos menores ou iguais aos solicitados	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim
Grau de controle dos serviços	Bom	Bom	Satisfatório	Satisfatório	Bom	Ruim
Disponibilidade para executar os serviços	Sim	Sim	Não	Sim	Não	Não
Flexibilidade	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim
Quantidade de empresas em que atua	11	8	12	34	7	1,00
Relacionamentos com clientes antigos	Bom	Bom	Muito Bom	Satisfatório	Bom	Ruim
Histórico dos fornecimentos	Bom	Bom	Satisfatório	Muito Bom	Ruim	Bom
Imagem do subempreiteiro na localidade	Bom	Bom	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório	Bom
Recomendações de clientes anteriores	Bom	Bom	Bom	Satisfatório	Bom	Satisfatório
Idoneidade moral e financeira	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório	Bom	Bom
Empatia entre as partes	Muito Bom	Muito Bom	Satisfatório	Bom	Satisfatório	Satisfatório
Grau de interesse do subempreiteiro em executar o serviço	Bom	Satisfatório	Satisfatório	Bom	Muito Bom	Muito Ruim
Estrutura para atendimento pós-venda	Ruim	Ruim	Bom	Satisfatório	Bom	Satisfatório
Motivação da Equipe	Ruim	Ruim	Satisfatório	Bom	Ruim	Muito Bom
Certificações (ISO 9001:2000, PSQ e etc.)	Não	Não	Sim	Não	Não	Não
Comprovação de acervo técnico	Não	Não	Não	Sim	Sim	Não
Profissionais técnicos qualificados	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Capacidade de acompanhar o desenvolvimento tecnológico do setor	Sim	Sim	Não	Não	Não	Não
Capacidade de desenvolver tecnologias	Não	Não	Sim	Não	Não	Não
Capacidade técnica da equipe	Bom	Bom	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório

Quadro 4.26 – Resumo dos Estudos de Caso

Estudo de Caso	Cenário	Tipo de Serviço	Número de subempreiteiros
1	05	Corte, dobra e confecção de armação	5
2	06	Instalações de ar condicionado	5
3	01	Execução de sistema de drenagem do terreno	6

No próximo item serão apresentados os resultados obtidos com o modelo, por meio das ferramentas disponibilizadas pelo *software Decision Lab®*.

4.5.3 - Resultados obtidos no modelo a partir das ferramentas de análise disponibilizadas no *software Decision Lab®*

4.5.3.1 - Estudo de Caso 1

- Análise por meio dos critérios

A primeira avaliação dos resultados, em ambos os estudos de caso, foi conduzida em função dos critérios, sendo que foi realizada uma análise pelos modelos *PROMETHEE I, II* e o Plano *GAIA*.

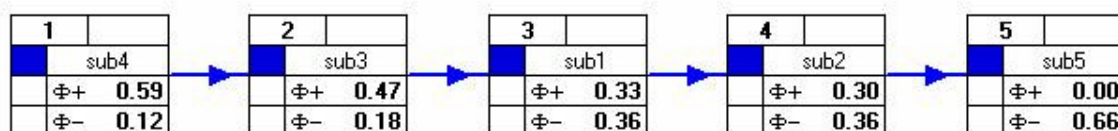


Figura 4.2 - Ordenação apresentada pelo *PROMETHEE I* – Estudo de Caso 1

Conforme pode ser observado nas Figuras 4.2 e 4.3, o subempreiteiro recomendado foi o sub4, que de acordo com as avaliações do modelo, apresentou um melhor índice de preferência nas avaliações par-a-par, das alternativas nos critérios selecionados.

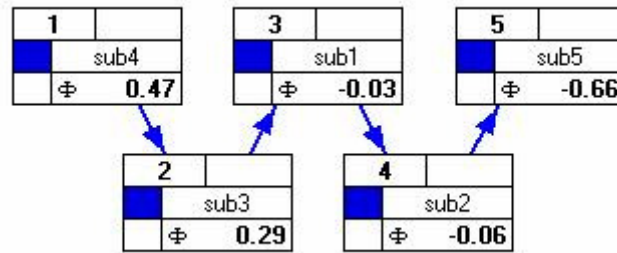


Figura 4.3 - Ordenação apresentada pelo *PROMETHEE II* – Estudo de Caso 1

Essa alternativa apresentou uma melhor avaliação na comparação com os múltiplos critérios, porém, se comparadas apenas em virtude do preço ofertado, conforme descreve o Quadro 4.20, como usualmente é feito em alguns setores de produção, verificou-se que a melhor opção seria o sub1.

Foi possível, por meio dos resultados, inferir que quando considerado mais de um critério relevantes para uma decisão, as melhores opções podem variar conforme a percepção de cada grupo de decisores, e geralmente não estão vinculadas somente ao menor preço.

Durante o processo de avaliação da recomendação fornecida pelo modelo, verificou-se que o sub4 apresentou desempenho satisfatório em quatro dos critérios, conforme demonstra a Figura 4.4, empatando apenas com o sub3. No entanto, como o sub3 apresentou um preço mais elevado, o sub4 foi a melhor opção dentro deste contexto.



Figura 4.4 - Comparação da influência dos critérios nas alternativas sub3 e sub4 – Estudo de Caso 1

Os resultados apresentados pelo Plano *GAIA* permitiram uma avaliação mais completa dos dados e a Figura 4.5 demonstra que a maioria dos critérios tem a tendência de direcionar-se a alternativa sub4, exceto o critério Preço Ofertado, que está direcionado à alternativa sub1.

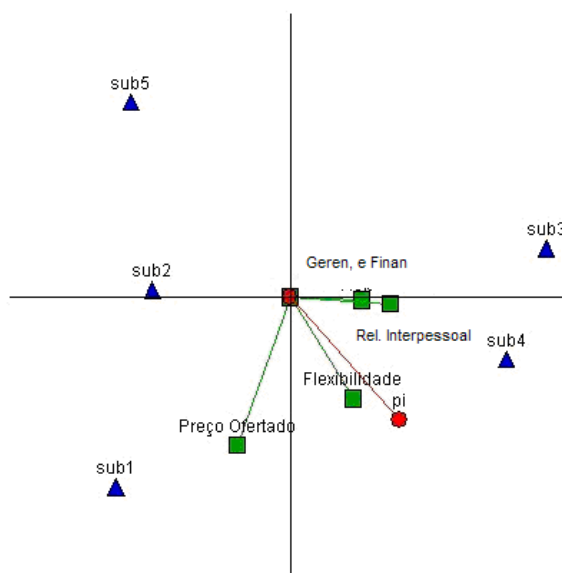


Figura 4.5 - Ordenação apresentada pelo Plano *GAIA* – Estudo de Caso 1

Pode-se avaliar que os sub1 e sub5 são incomparáveis, pois são, graficamente, quase simétricos e opostos e a distância relativa entre essas alternativas é muito grande, provavelmente devido que o sub1 apresentou o menor Preço ofertado e o sub5 o maior.

Com essa avaliação, também foi possível concluir que os sub3 e sub4 possuem as melhores características multicritério, pois a maioria dos critérios tende a se direcionar a essas alternativas. No entanto, a alternativa sub4 destaca-se no que se refere a Preço ofertado.

No caso do sub2, pode ser considerado como uma alternativa que possui características intermediárias entre as alternativas sub5 e sub1. O sub5 é uma alternativa que tende a ser a pior escolha, pois nenhum critério tem a tendência de direcionar-se a essa alternativa.

Outra avaliação realizada foi a análise da sensibilidade do modelo e verificou-se, conforme apresentado na Quadro 4.29, que para variação do peso dentro do intervalo [0;11], para o critério (1) não há variação de resultado na ordenação das alternativas.

Para a minoração dos pesos dos critérios o modelo é estável. Para os Critérios (1), (5) não apresentará alterações de resultados para essa análise, caso sejam alterados os pesos, o mesmo acontece com o critério (2), (3), (4) e (5) no caso de alterações nos pesos para a majoração dos pesos desses critérios.

No entanto, tendo em vista que o critério máximo atribuído é 10, não é possível alterar as recomendações do modelo no caso da majoração dos critérios. No entanto, para uma alteração de 01 unidade de peso para o Critério (3), pode haver alteração do modelo.

Quadro 4.29 - Sensibilidade do modelo com os Critérios – Estudo de Caso 1

Critérios	Pesos (wi)	Intervalos		Pesos (wi) %	Intervalos (%)	
		Min	Máx		Min	Máx
(1)	10,0	0,0	11,0	24,10%	0,00%	25,88%
(2)	10,0	7,5	17,5	24,10%	19,23%	35,71%
(3)	7,0	6,0	Infinito	16,87%	14,81%	100,00%
(4)	6,5	0,0	Infinito	15,66%	0,00%	100,00%
(5)	8,0	0,0	Infinito	19,28%	0,00%	100,00%

- Análise nos outros Cenários

Para auxiliar a interpretação dos dados e a verificação da influência do cenário na decisão, foi conduzida uma análise com as alternativas caracterizadas em todos os cenários. O objetivo dessa análise foi verificar se as alternativas variam em função dos cenários. Essa análise é apresentada no Quadro 4.30.

Quadro 4.30 - Comparativo das recomendações em função dos cenários – Estudo de caso 1

	cen1	cen2	cen3	cen4	cen5	cen6	cen7	cen8
1	sub4	sub4	sub4	sub4	sub4	sub4	sub4	sub4
2	sub3	sub3	sub3	sub3	sub3	sub3	sub3	sub3
3	sub1	sub1	sub1	sub1	sub1	sub1	sub1	sub1
4	sub2	sub2	sub2	sub2	sub2	sub2	sub2	sub2
5	sub5	sub5	sub5	sub5	sub5	sub5	sub5	sub5

Conforme apresentado no Quadro 4.30, para este estudo de caso, o sub4 foi uma alternativa recomendada como a melhor em todos os cenários, nas análises realizadas com apenas os critérios.

Por meio desses dados, apresentados no Quadro 4.30, pôde-se concluir que nem sempre os pesos dos cenários são suficientes para alterar a ordenação das recomendações oferecidas pelo modelo. Vários fatores podem levar a essa similaridade na decisão, como por exemplo, grandes disparidades entre os subempreiteiros. No caso em estudo, houve uma relativa desarmonia entre as características dos subempreiteiros.

Contudo, a Figura 4.6, que apresenta uma comparação entre o desempenho das alternativas para os Cenários 05 e 01, demonstra que mesmo não alterando o resultado da ordenação das alternativas em cenários diferentes, o desempenho das alternativas foi alterado. Logo, pode-se concluir que o cenário, mesmo em situações extremas altera o desempenho das alternativas.

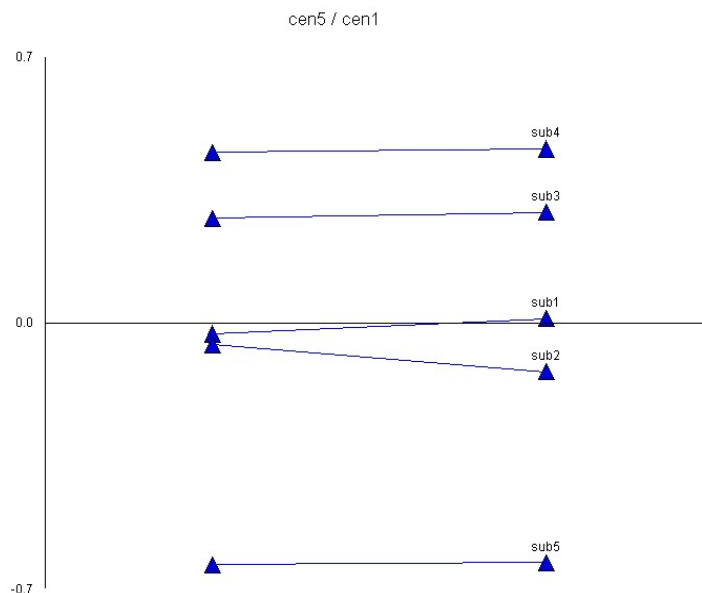


Figura 4.6 - Comparação entre Cenário 05 e Cenário 01 – Estudo de Caso 1

Entretanto, conforme demonstra o Quadro 4.30, as alternativas sub3 e sub4 se sobressaíram em relação aos demais subempreiteiros em todos os critérios, sendo que o sub3 e o sub4 obtiveram dominância em relação às demais alternativas em todos os critérios. Em alguns casos, apenas empataram com os demais, mas em nenhum caso foi observado desempenho inferior aos outros subempreiteiros. Porém, o sub4 obteve um melhor desempenho em relação ao sub3, pois o sub4 apresentou o menor Preço Ofertado em relação ao sub3.

Neste estudo de caso, o sub4 foi o recomendado para a contratação pelo modelo multicritério, mas o subempreiteiro efetivamente contratado pela construtora foi o sub1, pois esse subempreiteiro, apesar dos problemas aparentes, havia estabelecido anteriormente uma relação de parceria com a empresa construtora que mesmo com as dificuldades apresentadas pelo subempreiteiro, assumiu a contratação desse para a execução do serviço.

Os modelos multicritérios são, portanto, ferramentas gerenciais para auxiliar a decisão dos gestores da construção civil, que neste estudo, auxiliou a seleção de subempreiteiros. No entanto, esses modelos não possuem a pretensão de estipular quais serão os subempreiteiros contratados, o intuito desses modelos é apenas recomendar a melhor opção.

- Análise por meio dos subcritérios

Com as recomendações apresentadas pelas análises realizadas com os subcritérios, verificou-se que o melhor subempreiteiro para essa situação é o sub1, o mesmo subempreiteiro que efetivamente foi contratado na obra. No entanto, como pode ser observado nas Figuras 4.7 e 4.8, os índices de preferências entre as alternativas sub1 e sub4 são similares.

No entanto, o sub3 que anteriormente apresentava um bom desempenho, nessa nova avaliação apresentou o nível três em ordenação em relação às demais alternativas.

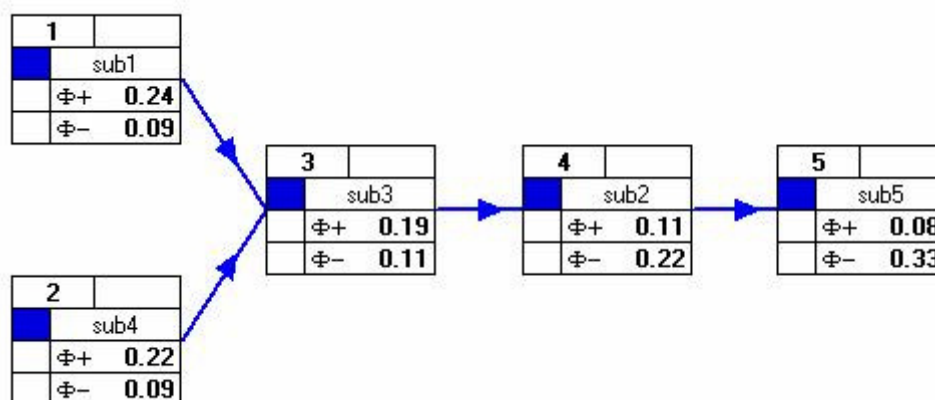


Figura 4.7 - Recomendação de resposta por subcritérios *PROMETHEE I* – Estudo de Caso

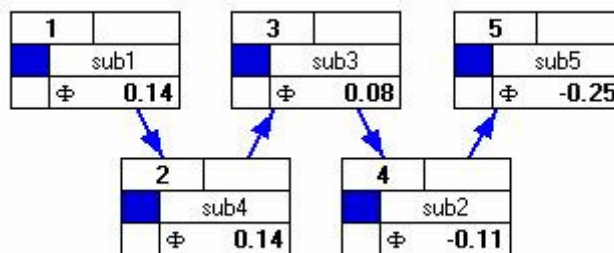


Figura 4.8 - Recomendação de resposta por subcritérios *PROMETHEE* II – Estudo de Caso

1

No que se refere à sensibilidade do modelo, este apresentou conforme Quadro 4.31, uma sensibilidade crítica em cinco dos critérios. Na majoração dos pesos dos subcritérios, os subcritérios que apresentaram sensibilidade à majoração superior a 2,0 não apresentaram instabilidade, tendo em vista que este é um dos valores máximos para os pesos do subcritério.

Para o caso de minoração dos pesos dos subcritérios, em apenas quatro subcritérios foi observado que se alterados mudam a ordenação apresentada pelo modelo.

Em ambas as situações, minoração e majoração, se alterados qualquer um dos nove pesos dos subcritérios, a alternativa que passa a ser recomendada é o sub4, ao invés do sub1. Logo, conclui-se que o modelo apresenta certo nível de instabilidade para esse caso quando analisado pelos subcritérios.

Quadro 4.31 - Sensibilidade do Modelo para os subcritérios – Estudo de Caso 1

Subcritérios	Pesos (wi)	Intervalo		Pesos (wi) %	Intervalos (%)	
		Min	Máx		Min	Máx
(1)	0.800	0.000	Infinito	2.14%	0.00%	100.00%
(2)	1.280	0.000	1.411	3.43%	0.00%	3.77%
(3)	1.280	0.000	Infinito	3.43%	0.00%	100.00%
(4)	1.600	0.000	1.764	4.29%	0.00%	4.70%
(5)	1.600	0.000	1.731	4.29%	0.00%	4.62%
(6)	1.333	1.170	6.951	3.57%	3.15%	16.18%
(7)	1.333	1.170	6.951	3.57%	3.15%	16.18%
(8)	1.000	0.000	Infinito	2.68%	0.00%	100.00%
(9)	1.333	1.202	5.540	3.57%	3.23%	13.34%
(10)	1.500	0.000	Infinito	4.02%	0.00%	100.00%
(11)	1.500	1.369	5.707	4.02%	3.68%	13.74%
(12)	1.440	0.000	Infinito	3.86%	0.00%	100.00%
(13)	1.440	0.000	Infinito	3.86%	0.00%	100.00%
(14)	1.440	0.000	Infinito	3.86%	0.00%	100.00%
(15)	1.440	0.000	Infinito	3.86%	0.00%	100.00%
(16)	0.960	0.000	1.091	2.57%	0.00%	2.91%
(17)	0.711	0.000	0.930	1.90%	0.00%	2.48%
(18)	0.889	0.000	Infinito	2.38%	0.00%	100.00%
(19)	0.889	0.000	Infinito	2.38%	0.00%	100.00%
(20)	0.889	0.725	3.111	2.38%	1.95%	7.86%
(21)	1.067	0.000	Infinito	2.86%	0.00%	100.00%
(22)	0.889	0.000	Infinito	2.38%	0.00%	100.00%
(23)	0.889	0.000	11.406	2.38%	0.00%	23.83%
(24)	0.711	0.000	Infinito	1.90%	0.00%	100.00%
(25)	0.889	0.000	5.096	2.38%	0.00%	12.27%
(26)	1.267	0.000	Infinito	3.39%	0.00%	100.00%
(27)	1.267	0.000	Infinito	3.39%	0.00%	100.00%
(28)	1.583	0.000	Infinito	4.24%	0.00%	100.00%
(29)	1.583	0.000	Infinito	4.24%	0.00%	100.00%
(30)	1.267	0.000	Infinito	3.39%	0.00%	100.00%
(31)	1.267	0.000	Infinito	3.39%	0.00%	100.00%

- Análise nos outros cenários

Conforme pode ser verificado no Quadro 4.32, ao contrário das avaliações embasadas apenas nos critérios, a avaliação por meio dos subcritérios, apresentou respostas diferentes para os oito cenários. Porém, as recomendações variaram entre as alternativas sub1 e sub4 que conforme observado no Cenário 05 possui uma forte aproximação.

Observando o Quadro 4.32, conclui-se que efetivamente os resultados das recomendações são relacionados aos cenários em que a decisão está inserida.

Quadro 4.32 – Comparação das Alternativas nos outros Cenários nos subcritérios – Estudo de Caso 1

	cen1	cen2	cen3	cen4	cen5	cen6	cen7	cen8
1	sub4	sub4	sub4	sub4	sub4	sub1	sub4	sub1
2	sub1	sub1	sub3	sub3	sub1	sub4	sub1	sub4
3	sub3	sub3	sub1	sub1	sub3	sub3	sub3	sub3
4	sub2	sub2	sub2	sub2	sub2	sub2	sub2	sub2
5	sub5	sub5	sub5	sub5	sub5	sub5	sub5	sub5

- Avaliação pelos critérios x subcritérios

Quanto à sensibilidade do modelo, foi verificado que para a avaliação com os critérios a sensibilidade foi satisfatória. No entanto, para a avaliação com os subcritérios a sensibilidade do modelo foi afetada e pequenas alterações modificam a recomendação do modelo.

Quanto à comparação da recomendação das alternativas nos cenários, nas avaliações realizadas com os critérios, houve uma tendência de recomendações similares para essas avaliações. Porém, quando realizadas as mesmas avaliações com o subcritério, houve recomendações não uniformes para os cenários.

4.5.3.2 - Estudo de Caso 2

- Análise por meio dos critérios

Conforme a ordenação apresentada, nas Figuras 4.9 e 4.10, pode-se verificar que para essa tomada de decisão o subempreiteiro recomendado foi o sub1, que se destacou dos demais na avaliação com o modelo multicritério.

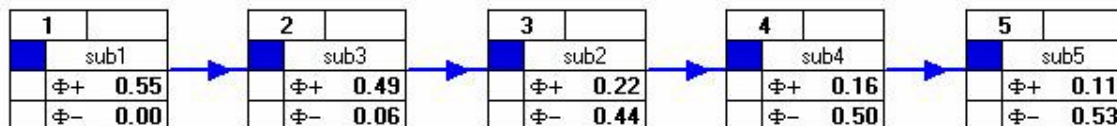


Figura 4.9 - Ordenação apresentada pelo *PROMETHEE I* – Estudo de Caso 2

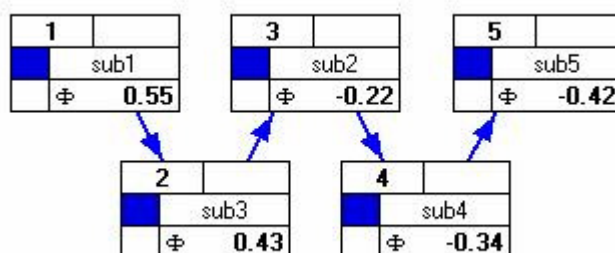


Figura 4.10 - Ordenação apresentada pelo *PROMETHEE II* – Estudo de Caso 2

Pode ser observado na Figura 4.11, que o critério Flexibilidade, em todas as alternativas, apresentou desempenhos similares. No que se refere aos demais quatro critérios, apenas os sub1 e sub3 apresentaram desempenho satisfatório, como pode ser observado no Plano *GAIA*.

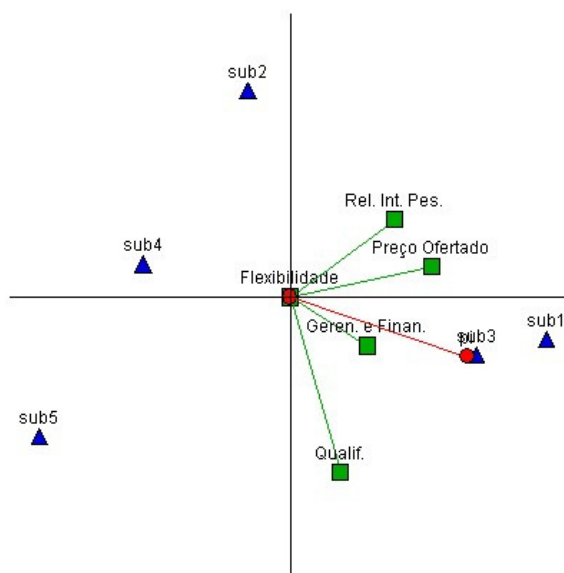


Figura 4.11 - Ordenação apresentada pelo Plano *GAIA* – Estudo de Caso 2

Quanto à sensibilidade da recomendação, Quadro 4.33, este estudo apresentou alterações de respostas, quando minorados os pesos (w_i) dos critérios (1), (2) e (5) e essas alterações

foram expressivas determinando o modelo estável. Logo este pode ser considerado um modelo que apresenta uma baixa sensibilidade a alterações, caso sejam alterados os pesos.

Quadro 4.33 – Sensibilidade do Modelo para os critérios – Estudo de Caso 2

Critérios	Pesos (wi)	Intervalo		Pesos (wi) %	Intervalos (%)	
		Min	Máx		Min	Máx
(1)	8,0	5,5	12,0	19,28%	14,10%	26,37%
(2)	10,0	3,8	Infinito	24,10%	10,64%	100,00%
(3)	6,0	0,0	Infinito	14,46%	0,00%	100,00%
(4)	8,0	4,0	Infinito	19,28%	10,67%	100,00%
(5)	9,5	0,0	12,0	22,89%	0,00%	27,27%

- Análise nos outros Cenários

Nas comparações de recomendações entre os cenários, neste estudo de caso, foi verificado que para todos os cenários, as respostas provenientes das avaliações com os critérios, apresentaram as mesmas respostas para os três primeiros níveis em todos os casos, conforme demonstra a Quadro 4.34.

Quadro 4.34 - Comparação da ordenação das alternativas nos outros Cenários, nos critérios – Estudo de Caso 2

	cen1	cen2	cen3	cen4	cen5	cen6	cen7	cen8
1	sub1	sub1	sub1	sub1	sub1	sub1	sub1	sub1
2	sub3	sub3	sub3	sub3	sub3	sub3	sub3	sub3
3	sub2	sub2	sub2	sub2	sub2	sub2	sub2	sub2
4	sub4	sub4	sub4	sub4	sub4	sub4	sub4	sub5
5	sub5	sub5	sub5	sub5	sub5	sub5	sub5	sub4

No entanto, classificação similar não significa desempenho similar, conforme apresenta a Figura 4.12, que demonstra que quando comparados os Cenários 06 com o Cenário 08, as alternativas apresentaram desempenhos diferentes.

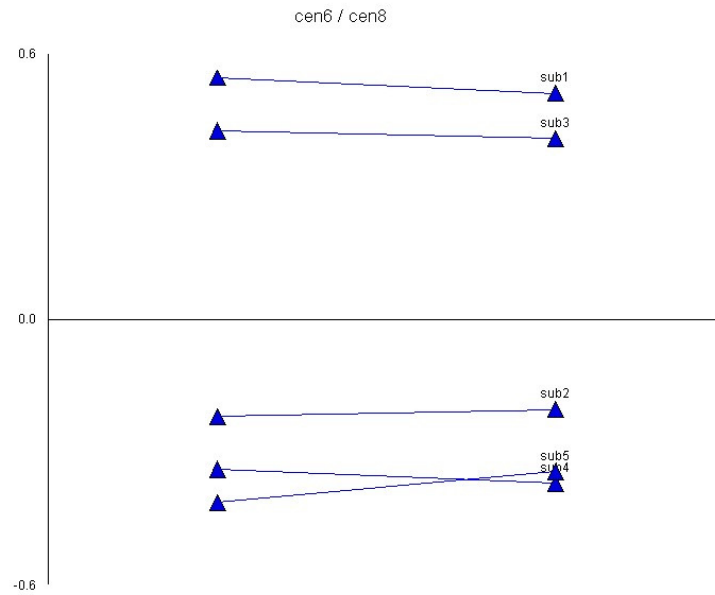


Figura 4.12 - Recomendação de resposta Cenário 01 nos critérios – Estudo de Caso 2

- Análise por meio dos subcritérios

Diferente do estudo de caso anterior, as recomendações de decisão para as análises realizadas com os subcritérios e os critérios foram iguais. No entanto, também em ambos os casos a alternativa que foi recomendada pelo subcritério apresentou um empate com a alternativa recomendada no nível dois da ordenação.

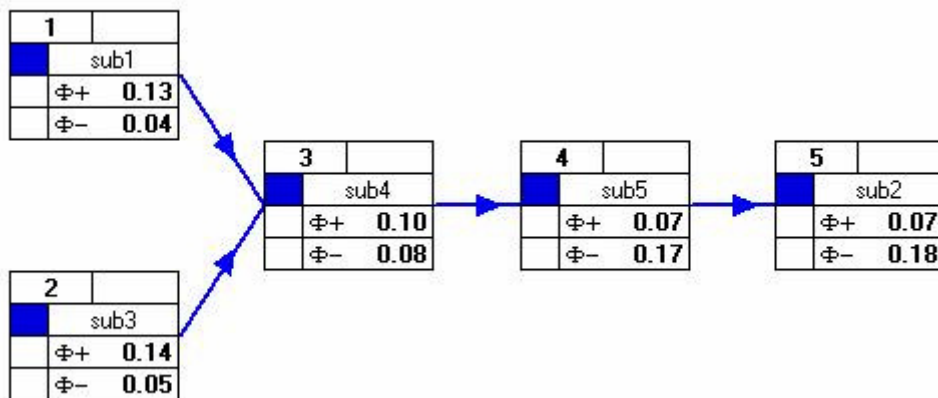


Figura 4.13 - Ordenação apresentada pelo *PROMETHEE I* – Estudo de Caso 2

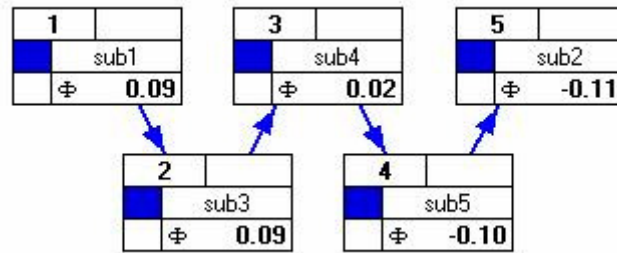


Figura 4.14 - Ordenação apresentada pelo *PROMETHEE II* – Estudo de Caso 2

Foi verificado que o modelo é relativamente estável para essa situação, tendo em vista que, apenas 04 critérios são sensíveis a alterações. Essas alterações podem gerar diferenciação na recomendação. No entanto, para que elas ocorram seriam necessárias alterações significativas nos pesos do subcritério, o que por consequência, acabaria por alterar as características desse cenário, podendo, inclusive, aproximar os resultados a um dos outros sete cenários.

Contudo, caso seja considerado que os pesos estão inseridos dentro de um limite de razoabilidade e dentro dos padrões limites estabelecidos pela escala de *Likert* anteriormente estipulada, os casos do subcritério (9) e (16) não geram alterações significativas, caso haja alterações nesses critérios. Pois, um dos valores máximos para os pesos do subcritério é 2,0 unidades de peso.

Quadro 4.35 - Sensibilidade do Modelo nos subcritérios – Estudo de Caso 2

Subcritérios	Pesos (wi)	Intervalo		Pesos (wi) %	Intervalos (%)	
		Min	Máx		Min	Máx
(1)	0,800	0,000	0,917	2,14%	0,00%	2,45%
(2)	1,280	0,000	Infinito	3,43%	0,00%	100,00%
(3)	1,280	1,038	Infinito	3,43%	2,80%	100,00%
(4)	1,600	0,000	Infinito	4,29%	0,00%	100,00%
(5)	1,600	0,000	Infinito	4,29%	0,00%	100,00%
(6)	1,333	1,040	1,938	3,57%	2,81%	5,11%
(7)	1,333	0,000	Infinito	3,57%	0,00%	100,00%
(8)	1,000	0,000	Infinito	2,68%	0,00%	100,00%
(9)	1,333	0,000	4,975	3,57%	0,00%	12,14%
(10)	1,500	0,000	Infinito	4,02%	0,00%	100,00%
(11)	1,500	0,000	Infinito	4,02%	0,00%	100,00%
(12)	1,440	0,000	Infinito	3,86%	0,00%	100,00%
(13)	1,440	0,000	Infinito	3,86%	0,00%	100,00%
(14)	1,440	0,000	Infinito	3,86%	0,00%	100,00%
(15)	1,440	0,000	Infinito	3,86%	0,00%	100,00%
(16)	0,960	0,667	3,236	2,57%	1,80%	8,17%
(17)	0,711	0,000	Infinito	1,90%	0,00%	100,00%
(18)	0,889	0,000	Infinito	2,38%	0,00%	100,00%
(19)	0,889	0,000	Infinito	2,38%	0,00%	100,00%
(20)	0,889	0,000	Infinito	2,38%	0,00%	100,00%
(21)	1,067	0,000	Infinito	2,86%	0,00%	100,00%
(22)	0,889	0,000	1,131	2,38%	0,00%	3,01%
(23)	0,889	0,000	Infinito	2,38%	0,00%	100,00%
(24)	0,711	0,000	Infinito	1,90%	0,00%	100,00%
(25)	0,889	0,000	Infinito	2,38%	0,00%	100,00%
(26)	1,267	0,000	Infinito	3,39%	0,00%	100,00%
(27)	1,267	0,000	Infinito	3,39%	0,00%	100,00%
(28)	1,583	0,000	Infinito	4,24%	0,00%	100,00%
(29)	1,583	0,000	Infinito	4,24%	0,00%	100,00%
(30)	1,267	0,000	Infinito	3,39%	0,00%	100,00%
(31)	1,267	0,000	Infinito	3,39%	0,00%	100,00%

- Análise dos cenários

Conforme demonstra o Quadro 4.36, para o Cenário 05, o modelo apresentou as mesmas respostas para a avaliação em relação aos critérios e aos subcritérios, ou seja, recomendou a seleção do sub1 como melhor subempreiteiro.

No entanto, com as comparações entre os demais cenários foi verificado que não houve harmonia entre as respostas do modelo. Portanto não há uma forte correlação de assertividade de comparação entre as análises.

No caso específico deste estudo de caso, o subempreiteiro contratado foi o sub1 principalmente pelo Preço Ofertado e pela Relação Interpessoal percebida pelos gestores da obra.

Quadro 4.36 – Comparação da ordenação das alternativas nos outros Cenários, nos subcritérios – Estudo de Caso 2

	cen1	cen2	cen3	cen4	cen5	cen6	cen7	cen8
1	sub1	sub3	sub1	sub1	sub1	sub3	sub3	sub3
2	sub3	sub4	sub3	sub3	sub3	sub1	sub1	sub1
3	sub4	sub1	sub4	sub4	sub4	sub4	sub4	sub4
4	sub5	sub2	sub5	sub2	sub2	sub2	sub2	sub2
5	sub2	sub5	sub2	sub5	sub5	sub5	sub5	sub5

- Avaliação pelos critérios x subcritérios

Foi observado que para ambas as avaliações, por meio dos critérios e subcritérios, as repostas do modelo multicritério foi o sub1. Na construtora, o subempreiteiro contratado foi o sub1.

Em relação à sensibilidade do modelo foi verificado que para a avaliação com os critérios a sensibilidade foi satisfatória. Entretanto, para a avaliação com os subcritérios, a sensibilidade do modelo foi afetada e pequenas alterações em quatro dos subcritérios, modificaram a recomendação do modelo.

Quanto à comparação da recomendação das alternativas nos cenários, nas avaliações realizadas com os critérios, houve uma tendência de recomendações similares para essas avaliações, alterando-se apenas os dois últimos níveis da ordenação. Porém, quando realizadas as mesmas avaliações com o subcritério, houve recomendações não uniformes para os cenários.

4.5.3.3 - Estudo de Caso 3

- Análise por meio dos critérios

Conforme a ordenação apresentada, nas Figuras 4.15 e 4.16, pode-se verificar que para essa realidade de decisão o subempreiteiro sub1 destacou-se dos demais e foi recomendado pelo modelo multicritério.

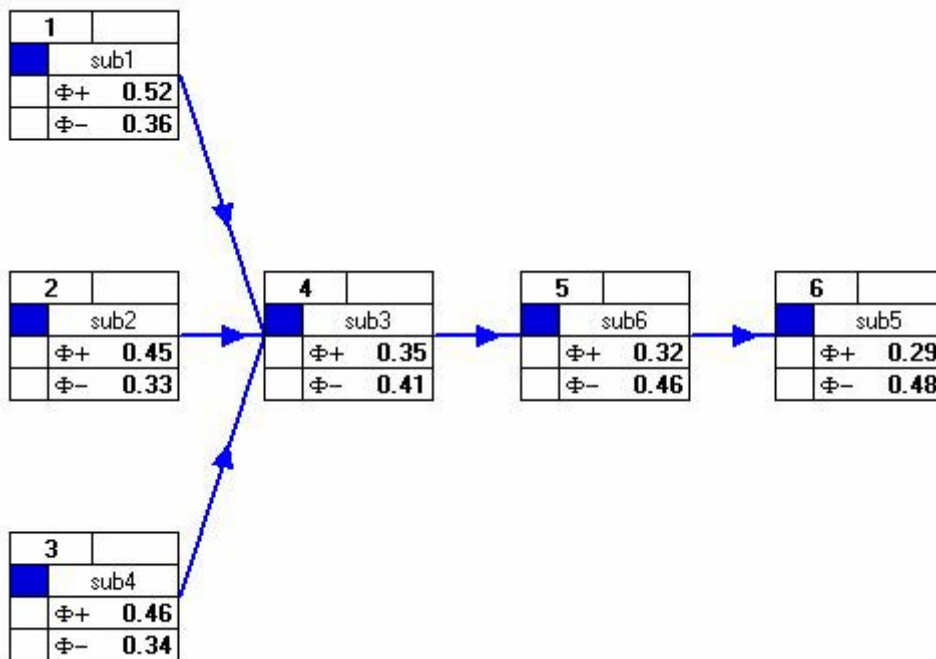


Figura 4.15 - Ordenação apresentada pelo *PROMETHEE I*– Estudo de Caso 3

A Figura 4.17 apresenta o Plano *GAIA*, que demonstra quais os critérios auxiliaram o modelo na recomendação do sub1 como melhor subempreiteiro para a situação de análise.

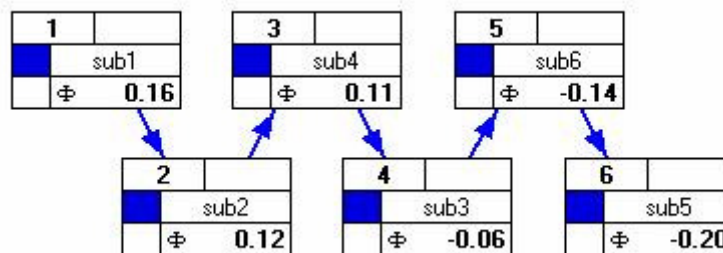


Figura 4.16 - Ordenação apresentada pelo *PROMETHEE II*– Estudo de Caso 3

O Plano *GAIA* também demonstra que a Relação Interpessoal e a Capacidade Gerencial e Financeira do sub1 se destacou em relação aos demais. No critério Preço Ofertado, o sub1 apresentou um desempenho razoável, logo na avaliação conjunta dos critérios o sub1 apresentou um melhor desempenho.

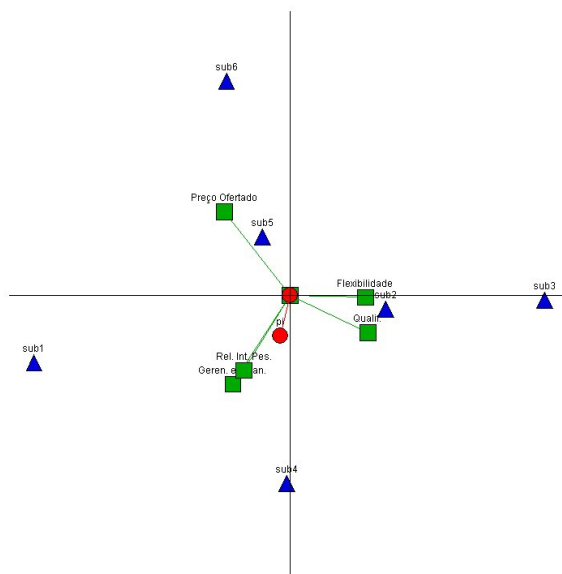


Figura 4.17 - Ordenação apresentada pelo Plano *GAIA*– Estudo de Caso 3

O Quadro 4.37 apresentou a sensibilidade do modelo, e se comparados com os demais quadros de sensibilidade do modelo para os demais estudos de caso, esta análise apresentou um desempenho quanto à estabilidade pior do que os demais casos. Pois pequenas alterações nos pesos (w_i) em todos os critérios, geram modificações significativas na ordenação das alternativas.

Quadro 4.37 - Sensibilidade do Modelo nos critérios – Estudo de Caso 3

Critérios	Pesos (w_i)	Intervalo		Pesos (w_i) %	Intervalos (%)	
		Min	Máx		Min	Máx
(1)	8,00	6,00	9,00	18,60%	14,63%	20,45%
(2)	10,00	9,33	12,00	23,26%	22,05%	26,67%
(3)	9,00	8,50	10,00	20,93%	20,00%	22,73%
(4)	8,00	6,67	8,33	18,60%	16,00%	19,23%
(5)	8,00	6,00	9,60	18,60%	14,63%	21,52%

- Análise nos outros Cenários

Conforme observado anteriormente, este estudo de caso apresentou uma grande variabilidade na caracterização dos subempreiteiros, no caso da avaliação recomendada por uma análise em relação aos critérios.

Em virtude dessa variabilidade nas avaliações para cada critério, foi verificada uma grande diversificação de recomendações dos subempreiteiros em cada cenário, Quadro 4.38. Este tipo de diversificação não foi observado nos estudos de caso anteriores, pois estes não apresentavam diversificações expressivas quando comparadas com este estudo de caso.

Quadro 4.38 – Comparação da ordenação das Alternativas nos outros Cenários – Estudo de Caso 3

	cen1	cen2	cen3	cen4	cen5	cen6	cen7	cen8
1	sub1	sub2	sub2	sub4	sub1	sub1	sub2	sub4
2	sub2	sub4	sub4	sub2	sub4	sub4	sub4	sub2
3	sub4	sub1	sub1	sub1	sub2	sub2	sub1	sub1
4	sub3	sub3	sub3	sub3	sub3	sub3	sub3	sub3
5	sub6	sub6	sub6	sub5	sub5	sub5	sub6	sub5
6	sub5	sub5	sub5	sub6	sub6	sub6	sub5	sub6

Essas diferenças são exemplificadas na Figura 4.18 pelas intersecções entre as retas. Essas intersecções significam que além de alternativas terem alterado seu desempenho, uma alternativa alterou sua ordenação com outra alternativa.

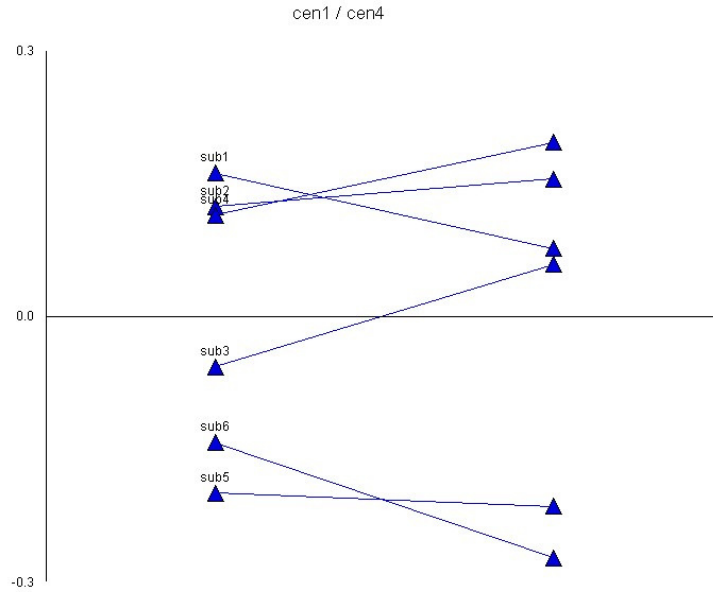


Figura 4.18 - Comparação entre Cenário 01 e Cenário 08 – Estudo de Caso 3

- Análise por meio dos subcritérios

As Figuras 4.19 e 4.20 demonstram que o sub1 apresentou desempenho superior às demais alternativas também quando avaliados pelos subcritérios. No entanto, conforme observado nos demais estudos de casos, as duas primeiras alternativas na classificação de ordenação obtiveram desempenho similares. Sendo esse um dos motivos pelo qual, também pode ser observado uma enorme diferenciação entre as recomendações observadas em cada cenário nesta avaliação.

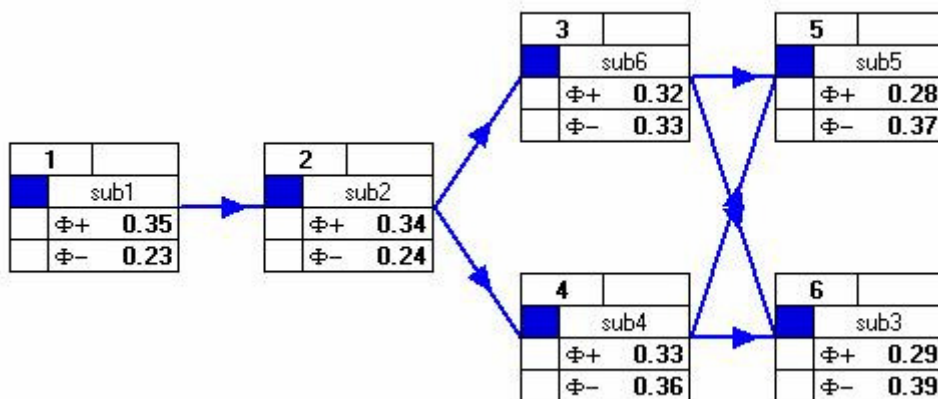


Figura 4.19 - Ordenação apresentada pelo *PROMETHEE I* – Estudo de Caso 3

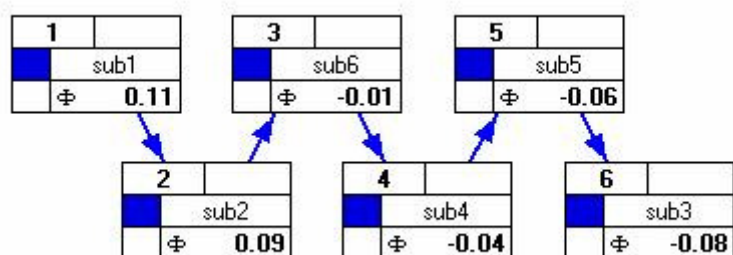


Figura 4.20 - Ordenação apresentada pelo *PROMETHEE II* – Estudo de Caso 3

Quadro 4.39 - Estabilidade do modelo nos subcritérios – Estudo de Caso 3

Subcritérios	Pesos (wi)	Intervalo		Pesos (wi) %	Intervalos (%)	
		Min	Máx		Min	Máx
(1)	0.800	0.000	2.959	2,03%	0,00%	7,12%
(2)	1.280	0.000	1.901	3,25%	0,00%	4,75%
(3)	1.280	0.000	1.906	3,25%	0,00%	4,76%
(4)	1.600	1.323	4.436	4,06%	3,38%	10,50%
(5)	1.600	0.160	1.946	4,06%	0,42%	4,90%
(6)	1.333	1.056	3.925	3,38%	2,70%	9,35%
(7)	1.333	1.021	1.506	3,38%	2,61%	3,81%
(8)	1.000	0.827	1.313	2,54%	2,11%	3,31%
(9)	1.333	0.000	3.493	3,38%	0,00%	8,40%
(10)	1.500	1.083	1.914	3,81%	2,78%	4,81%
(11)	1.500	1.346	4.739	3,81%	3,43%	11,12%
(12)	2.160	1.743	2.391	5,48%	4,47%	6,03%
(13)	2.160	1.883	2.994	5,48%	4,81%	7,44%
(14)	2.160	0.001	2.577	5,48%	0,00%	6,47%
(15)	2.160	1.929	Infinito	5,48%	4,93%	100,00%
(16)	1.440	0.199	1.671	3,66%	0,52%	4,22%
(17)	0.711	0.000	1.057	1,81%	0,00%	2,66%
(18)	0.889	0.000	1.514	2,26%	0,00%	3,78%
(19)	0.889	0.472	Infinito	2,26%	1,21%	100,00%
(20)	0.889	0.000	3.048	2,26%	0,00%	7,34%
(21)	1.067	0.836	3.226	2,71%	2,13%	7,76%
(22)	0.889	0.000	1.514	2,26%	0,00%	3,78%
(23)	0.889	0.691	1.246	2,26%	1,76%	3,14%
(24)	0.711	0.000	3.950	1,81%	0,00%	9,27%
(25)	0.889	0.000	1.235	2,26%	0,00%	3,11%
(26)	1.067	0.000	1.297	2,71%	0,00%	3,27%
(27)	1.067	0.650	1.297	2,71%	1,67%	3,27%
(28)	1.333	0.000	Infinito	3,38%	0,00%	100,00%
(29)	1.333	0.000	Infinito	3,38%	0,00%	100,00%
(30)	1.067	0.000	1.297	2,71%	0,00%	3,27%
(31)	1.067	0.000	4.848	2,71%	0,00%	11,23%

Assim como a avaliação observada para as análises realizadas com os critérios, a avaliação realizada com o auxílio dos subcritérios apresentou um grau de estabilidade grande, em que como pode ser observado no Quadro 4.39. Pequenas alterações dos pesos dos critérios geram alterações significativas na ordenação apresentada pelo modelo.

- Análise apresentada pelos subcritérios

Nas avaliações apresentadas pelo modelo caracterizado pelos subcritério, foi verificado uma grande diversificação em relação à ordenação das alternativas, em cada um dos oito cenários. Mas para o caso do Cenário 01, as duas avaliações apresentaram os mesmos resultados quanto a ordenação da recomendação da melhor opção, o sub1. E como pode ser observado na Quadro 4.40, o modelo ofereceu como respostas alternativas diferentes como melhor opção no Cenário 05.

Quadro 4.40 – Comparação da ordenação das alternativas nos outros Cenários – Estudo de Caso 3

	cen1	cen2	cen3	cen4	cen5	cen6	cen7	cen8
1	sub1	sub1	sub1	sub1	sub2	sub1	sub1	sub1
2	sub2	sub2	sub2	sub2	sub1	sub2	sub2	sub2
3	sub6	sub6	sub4	sub4	sub6	sub6	sub6	sub6
4	sub4	sub4	sub6	sub6	sub4	sub4	sub4	sub4
5	sub5	sub3	sub3	sub3	sub3	sub3	sub3	sub3
6	sub3	sub5	sub5	sub5	sub5	sub5	sub5	sub5

- Avaliação pelos critérios x subcritérios

Esse estudo de caso foi o que apresentou maior variação em relação à caracterização das alternativas, o que gerou em ambas as avaliações, uma elevada instabilidade do modelo.

No entanto, essa diversificação não fez com que fosse alterada a recomendação do modelo para o melhor subempreiteiro a ser selecionado, para o Cenário 05.

4.5.3.4 - Resumo das recomendações de seleção obtidas nos Estudos de Caso

O Quadro 4.41 apresenta o resumo das recomendações de seleção de subempreiteiros, obtidas com a análise realizada com o auxílio do modelo multicritério caracterizado.

Conforme pode ser observado no quadro, para o Estudo de Caso 1, o modelo recomendou subempreiteiros diferentes para a avaliação realizada por meio dos critérios, em relação à avaliação realizada por meio dos subcritérios, no entanto a estabilidade do modelo caracterizado foi baixa, tendo em vista que pequenas alterações nos pesos dos subcritérios geraria alteração na recomendação, que passaria a ser o subempreiteiro Sub4.

Para o Estudo de Caso 2, as recomendações do modelo tanto pelas avaliações com os critérios, quanto com os subcritérios foram iguais, e o subempreiteiro contratado foi o Sub1.

No Estudo de Caso 3, também foi verificado que as recomendações provenientes das avaliações com os critérios/subcritérios foram iguais, no entanto o processo de contratação não foi concluído, logo não foi possível identificar o subempreiteiro que realmente foi contratado.

Quadro 4.41 - Resumo dos resultados obtidos nos estudos de caso

Alternativas	Estudos de Caso		
	(1)	(2)	(3)
	Cenário 05	Cenário 06	Cenário 01
Avaliação pelos critérios	Sub4	Sub1	Sub1
Avaliação pelos subcritérios	Sub1	Sub1	Sub1
Subempreiteiro contratado	Sub1	Sub1	Não houve subempreitada

4.6 - RECOMENDAÇÕES PARA USO DE UM MODELO MULTICRITÉRIO EM UMA EMPRESA

Como pode ser observado neste estudo, a caracterização de um modelo multicritério é composto por etapas, Segundo Dutra (1998) essa caracterização é composta por três fases:

I – estruturação, II – avaliação e III – recomendação, conforme pode ser observado na Figura 4.21.

Para Ensslin et al. 1998, a fase de estruturação, é uma etapa do desenvolvimento do processo de apoio à decisão que visa construir uma estrutura que possa ser aceita pelos atores, considerando atores os agentes envolvidos no processo decisório ativamente ou passivamente.

A fase de avaliação, para Dutra (1998), o apoio à decisão desenvolve um modelo na qual as ações potenciais serão avaliadas por meio de uma conduta de interação e aprendizado, portanto sendo construtiva.

Na fase de recomendação, esta atividade procura fornecer subsídios aos decisores de modo que estes tenham condições de analisar qual é a estratégia mais adequada a ser adotada em cada cenário específico (Dutra, 1998).



Figura 4.21 – As fases do processo de apoio à decisão (Fonte Ensslin et al. 1998)

No caso, de caracterizar um modelo multicritério para o processo de seleção de subempreiteiro a fase de estruturação deve ser conduzida de forma a questionar aos gestores da empresa, principalmente os que decidem no processo de seleção de um subempreiteiro, quais os critérios que são importantes na condução de um processo de decisão, no caso de selecionar um subempreiteiro.

Após questionado quais os critérios, parte-se para a fase de questionamento dos pesos (w_i), ou seja, o grau de importância atribuído aos critérios escolhidos. Essa etapa, deve ser conduzida com cautela para tentar absorver os critérios e seus pesos sem que os gestores

estejam influenciados por situações cotidianas. Tendo em vista, que quando desenvolvido um processo de caracterização desse tipo de modelo em uma empresa o número de gestores que decidem é baixo, logo existe uma dificuldade em tratar estatisticamente os dados para melhorar as bases de dados.

Nessa etapa, também devem ser escolhidos o modelo multicritério que melhor se aplica aos requisitos da empresa para posteriormente poder ser inseridos os dados intra-critério, tais como as funções de preferência ou as matrizes semânticas.

Esse processo deve ser conduzido, se possível, para cada empreendimento ou conjunto de empreendimento com características similares, tendo em vista que essas características, neste estudo denominadas de cenários, influenciam atribuição dos pesos, conforme apresentado neste estudo na quantificação dos pesos e, conseqüentemente, nas respostas do modelo multicritério.

Com a coleta de todos esses dados e ainda a caracterização das alternativas, ou subempreiteiros a serem avaliados, inicia-se a etapa da avaliação em que são conduzidas as caracterizações do modelo multicritério com a inserção de todos os dados necessários para caracterizar um modelo multicritério no processo de apoio à decisão.

Na fase de avaliação, que ocorrem todos os tratamentos estatísticos para a atribuição dos pesos e são inseridos as alternativas no modelo.

Com a finalização das etapas de avaliação do modelo, inicia-se a etapa de recomendação que é a etapa em que são recomendadas as melhores alternativas (ou subempreiteiros) para auxiliar o gestor da empresa a decidir.

5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

Este estudo teve como objetivo caracterizar um modelo multicritério, para apoiar a seleção de subempreiteiros em construtoras utilizando a percepção de analistas e decisores que exercem a função de engenheiros residentes, supervisores de obras, diretores técnicos, engenheiros de qualidade e estagiários.

A pesquisa consistiu na escolha do método multicritério a ser adotado, na determinação dos critérios, subcritérios e cenários, nos pesos a serem atribuídos aos critérios e subcritérios, na estruturação do modelo com apoio do programa *DecisionLab*®, na análise de três cenários reais de seleção de subempreiteiros, na caracterização de alternativas passíveis de escolha e finalmente na aplicação do modelo e análise dos resultados.

A experiência realizada ressaltou a contribuição de uma avaliação multicritério para a seleção de subempreiteiros, principalmente, na duração do processo de seleção. A inexistência de critérios pré-definidos e a pluralidade de situações a serem consideradas quando não existe o modelo, exigem maior tempo de reflexão dos decisores e a permanência da incerteza quanto à solução adotada.

Em dois dos estudos de caso em que o modelo foi aplicado, a recomendação dele decorrente coincidiu com a seleção feita pelos decisores envolvidos. Esta coincidência diminuiu a incerteza da decisão. Ao mesmo tempo, o tempo gasto pelo decisor para definir o cenário do serviço a ser contratado e caracterizar os subempreiteiros disponíveis em função dos critérios e subcritérios também foi menor em função da pré-determinação dos mesmos através do modelo.

Ainda, em casos de discrepâncias sutil entre as alternativas, o modelo, por meio das ferramentas de análise disponibilizadas pelo *DecisionLab*® indica a alternativa mais adequada. Foi o que ocorreu no estudo de caso 1, onde a diferença entre a alternativa Sub 1 e Sub 4 foram mínimas, sendo possível, na prática a escolha de ambos.

Outro aspecto relevante do uso de modelos como o proposto neste estudo é a possibilidade de análise simultânea de vários cenários que podem ocorrer quando da contratação de

subempreiteiros. A possibilidade de criar um banco de dados de todas as situações para cada tipo de serviço se caracteriza como um processo de aprendizagem organizacional que pode ser convertido em fator competitivo da empresa.

Pelo exposto, é possível afirmar que há uma contribuição efetiva do modelo multicritério no processo de seleção de subempreiteiros. Entretanto, a obtenção deste modelo não se constitui em um procedimento de fácil realização. A maior dificuldade é a determinação dos critérios e subcritérios, assim como de seus respectivos pesos.

Quanto aos critérios e subcritérios foi observado que estes não devem ser em grande número, pois quanto maior a quantidade deles, maiores são os graus de liberdade do modelo dificultando o controle da estabilidade do modelo quando ocorrem pequenas alterações. Foi verificado que tentar abordar todas as possíveis variáveis de decisão dificulta a análise e limita a capacidade gráfica do modelo, pois a quantidade de variáveis impõe uma avaliação quase tão subjetiva quanto à própria decisão.

Com isto, ressalta-se que uma base de critérios que resuma as principais variáveis torna mais fácil a interpretação dos dados e reduz a subjetividade intrínseca do modelo, além de reduzir a quantidade de variáveis subjetivas da caracterização do modelo.

Quanto à determinação dos pesos, a limitação se dá tanto na forma de coleta como na análise da relevância que cada critério assume em função da percepção dos respondentes. No caso desta pesquisa, a coleta foi feita através de questionários, a um universo de profissionais que têm como tarefa corriqueira selecionar subempreiteiros quer como analistas ou como decisores. Entretanto, o pequeno número de respondentes pode ser tomado como um indicativo de que esta não é uma forma adequada de coletar a percepção dos respondentes em relação aos critérios nos diversos cenários. A realização de entrevistas poderia ter surtido o mesmo efeito, uma vez que a análise se caracterizou muito mais por ser qualitativa do que quantitativa.

Alem disto, o baixo número de questionários respondidos pode ser decorrente da falta de experiência dos respondentes em contribuir com pesquisas acadêmicas, talvez por não terem a percepção da contribuição destas, quer seja a longo ou a médio prazo, para a melhoria do desempenho do setor como um todo.

A despeito das limitações encontradas para obtenção dos pesos, da análise qualitativa realizada em relação aos pesos atribuídos aos critérios em cada cenário, foi possível depreender algumas regularidades nas respostas obtidas.

A expectativa era que o critério Preço Ofertado seria um critério valorizado em todos os cenários. Isto de fato não ocorreu. Em cenários que não havia limitação de prazo e de orçamento, foi atribuído peso menor para esse critério. Já quando o Planejamento e os Recursos eram limitados, o Preço Ofertado recebeu peso alto. Quando apenas o Planejamento era limitado, também foi atribuído peso elevado ao critério Preço Ofertado. Essas atribuições permitem aferir que os respondentes consideram o preço um aspecto relevante em situações de risco e estão dispostos a pagar valores mais altos pelo serviço, nestas situações.

A competência gerencial e financeira dos subempreiteiros e a imagem e a relação interpessoal receberam pesos menores que os critérios Preço Ofertado e Flexibilidade e Disponibilidade. Esta observação aponta para a possibilidade de que os respondentes ainda vêem os subempreiteiros apenas como subcontratados sem considerarem aspectos relevantes para a terceirização nos moldes que estes termos foram considerados no âmbito desta pesquisa. Foi atribuído peso alto para a Qualificação em todos os cenários em que a exigência em relação a ela era alta.

Estas observações a respeito dos pesos atribuídos aos cenários revelam uma segunda contribuição da pesquisa, uma vez que revelam uma primeira aproximação sobre os interesses das empresas quando da subcontratação. Nenhuma pesquisa com este objetivo ainda foi realizada no âmbito do DF. Entretanto, com as atuais necessidades de modernização do setor e a sua provável tendência em seguir as estratégias dos demais setores produtivos, assim como apontam os estudos realizados sobre o tema, uma pesquisa de caracterização da relação contratado-contratante no âmbito da construção civil passa a ser relevante.

5.1 - RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

- Desenvolver metodologias de levantamento de dados que possibilitem obter maior número de respostas para validar os modelos multicritérios;

- Caracterizar um modelo multicritério no processo de apoio a decisão, para seleção de subempreiteiros, em empresas distintas e formar um conjunto de modelos multicritério e, posteriormente, correlacioná-los estatisticamente, verificando, se essas alterações de pesos, observadas neste estudo, também ocorrem quando analisado apenas uma empresa;
- Caracterizar um modelo multicritério para auxiliar as construtoras a cumprirem o item normativo do PBQP-H, que estabelece que as construtoras devem elaborar uma metodologia de qualificar os fornecedores de serviço antes da sua contratação;
- Criar um banco de dados local com as características dos subempreiteiros, em que alguns critérios já estão definidos e caracterizados para esses subempreiteiros, a exemplo do que vem sendo feito na China e Turquia;
- Caracterizar um modelo multicritério para apoiar a decisão estratégica de utilizar mão-de-obra subcontratada ou própria;
- Caracterizar um modelo multicritério para apoiar o estabelecimento dos objetivos estratégicos da subcontratação e ordená-los por ordem de importância por meio de múltiplos critérios;
- Caracterizar um modelo multicritério integrado entre o estabelecimento dos objetivos estratégicos e a seleção de subempreiteiros;
- Caracterizar um modelo multicritério com base em outros algoritmos, e comparar com as repostas apresentadas pelo PROMETHEE;
- Utilizar algoritmos da escola americana de decisão para caracterizar um modelo multicritério para selecionar subempreiteiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. NBR ISO 9001: 2000. **Sistema de Gestão da Qualidade: Requisitos**. Rio de Janeiro, 2001.

AGÊNCIA Brasil: **Brasil é “fazenda do mundo” aponta estudo sobre terceirização no mercado de trabalho**. www.ipea.gov.br. Acesso em: 10/07/2008

ALENCAR, L. H.; MIRANDA, C. M. G.; ALMEIDA, A. T. **Aplicação da avaliação multicritério no controle de atividades na construção civil**. In: ENCONTRO NACIONAL DE PRODUÇÃO, 23., 2003.

ALMEIDA, A.T.; COSTA, A.P.C.S. **Aplicações com métodos multicritério de apoio à decisão**. Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 2003.

ARAÚJO, L.N.P. **Construbusiness: a locomotiva do desenvolvimento**. Trevisan, São Paulo, v. 12, n. 135, p. 8-15, 1999.

BANA E COSTA, C.A.; VANSNICK, J.C. **MACBETH - an interactive path towards the construction of cardinal value functions**. *International Transactions. Operational Research*, n.1, p. 489-500, 1994.

_____. **Thoughts a theoretical framework for measuring attractiveness by categorical based evaluation technique (MACBETH)**. In: CLÍMACO, J. (ed). *Multicriteria Analysis*. Berlin: Springer-Verlag, 1997.

_____. **Uma nova abordagem ao problema da construção de uma função de valor cardinal: MACBETH**. *Investigação Operacional*, v. 15, p. 15-35, 1995.

BAPTISTA, M.A.P. **Um modelo multicritério para avaliar o sistema de qualidade de um ambiente de produção**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2002. Dissertação de Mestrado.

BARBA-ROMERO, S.; POMEROL, J.C. **Decisiones Multicriterio: Fundamentos Teóricos e Utilización Práctica**. Alcalá: Colección de Economía, 1997.

_____. **Multicriterion Decision in Management: Principles and Practice**. Springer, 2000.

BRAND, F. C. **Sistemática de apoio ao processo de decisão quanto à terceirização no contexto de uma cadeia produtiva: – o caso da cadeia eletro-eletrônica gaúcha**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2004. Dissertação de Mestrado.

BRANDLI, L.L. **A Estratégia de Subcontratação e as Relações Organizacionais na Construção Civil de Florianópolis**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1998. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção.

BRANDLI, L.L. et al. **Estratégia de terceirização e subcontratação na construção civil**. In: CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, ENEGEP 97, 1997, Gramado, RS. Anais eletrônicos. Porto Alegre: UFRGS/PPGEP, 1997.

BRANS, J.P.; MARESCHAL, B.; **Multicriteria Decision-Aid: The PROMETHEE-GAIA solution.** Pesquisa Operacional, , v.19, n.1, p.1-25, 1999.

_____, **How to Decide with PROMETHEE.** <http://homepages.ulb.ac.be/~bmaresc/PromWeb.htm>, Acesso em: 10/10/2008.

BRANS, J.P.; VINCKE, Ph., MARESCHAL, B. **How to selected and how to rank projects: The PROMETHEE method.** *European Journal of Operational Research*, v. 24, p.228-238, 1986.

BRASIL. **Lei n.o 8666, de 21 de junho de 1993.** Institui normas para licitações e contratos da Administração Pública, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.comprasnet.gov.br/legislacao/leis/lei8666.pdf> >. Acesso em: 08 ago. 2008.

CARDOSO, F. **Estratégias empresariais e novas formas de racionalização da produção no setor de edificações no Brasil e na França. Parte 2: do estratégico ao tático.** Estudos Econômicos da Construção, n.3, p. 119-160, 1997.

CARVALHO, M. S. **Método de intervenção no processo de programação de recursos de empresas construtoras de pequeno porte através do seu sistema de informação: proposta baseada em estudos de caso.** Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1998. Dissertação Mestrado.

CAVASSIN, S. A. **Uso de metodologias multicritério na avaliação do paraná com base no desenvolvimento humano municipal.** Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2004. Dissertação de Mestrado.

CEOLIM, A. JERSI. **Aplicação de Metodologias Multicritério na Avaliação dos Cursos da UNESPAR/FECILCAM.** Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2005. Dissertação de Mestrado.

CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A. **Metodologia Científica: para uso dos estudantes universitários.** 3. ed. São Paulo, McGraw-Hill do Brasil, 1983.

CHIOU, H.; TZENG, G. **Fuzzy multiple-criteria decision-making approach for industrial green engineering.** *Environmental Management*. v. 30, n. 6, p. 816-830, 2002.

CHOMA, A. A; CHOMA A. C. **Como Gerenciar Contratos com Empreiteiros: Manual de Gestão de Empreiteiros na Construção Civil.** São Paulo: PINI, 2005.

CLOUGH, R.; SEARS, G. **Construction project management.** 3 ed. New York: John Wiley & Sons, 1991.

COLOMBO, C. R; BAZZO W. A. **Desperdício na construção civil e a questão habitacional: um enfoque CTS.** www.oei.es. Acesso em: 10/07/2008.

CONCEIÇÃO, G. G. **Notas de Teoria da Votação.** Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra, 2006.

CORIAT, B. (1994) **Pensar pelo Averso.** Rio de Janeiro, Editora da UFRJ/Revan. 1994.

DEY, P.K. **Project risk management: a combined analytic hierarchy process and decision tree approach.** *Cost Engineering*. V. 44, n. 3. 2002.

DETONI, M. M. M. L. **A evolução da indústria de prestação de serviços logísticos no Brasil: uma análise de mercado.** 2003. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis.

DOMBERGER, S. **The Contracting Organization – A strategic Guide to Outsourcing,** Oxford ,Oxford University Press. 1998.

Dólar barato, juro menor e incentive à construção civil elevaram investimento. www.ipea.gov.br. Acesso em: 10/07/2008.

DUTRA, A. **Elaboração de um Sistema de Avaliação de Desempenho dos Recursos Humanos da Secretaria de Estado da Administração – SEA à Luz da Metodologia Multicritério de Apoio à Decisão.**, 1998. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis.

ENSSLIN, S.R. **A Estruturação no Processo Decisório de Problemas Multicritérios Complexos.** Florianópolis, 1995. Dissertação de Mestrado – Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina.

ENSSLIN, L.; MONTIBELLER, G.N.; ZANELLA, I.J.; NORONHA, S.MacD. **Metodologias Multicritérios em Apoio à Decisão.** Florianópolis, 1998.

FARAH, M.F.S. **Tecnologia, Processo de Trabalho e Construção Habitacional.** São Paulo: Universidade de São Paulo, 2003. 296p.

FORMAN, E.; SELLY, M. **Decisions by objectives. Expert Choice,** 2001. Disponível em <http://www.expertchoice.com>. Acesso em 15 de maio de 2007.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Diagnóstico Nacional da Indústria da Construção.** V. 1-20 Belo Horizonte. 1984.

GOMES, E.G. **Integração entre Sistemas de Informação Geográfica e Métodos Multicritério no Apoio à Decisão Espacial.** Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 1999. Dissertação de Mestrado.

GOMES, L. F. M. A.; ARAYA, M. C. G.; CARIGNANO, C. **Tomada de decisões em cenários complexos.** São Paulo: Pioneira, 2004.

GREAVER II, M. F. **Strategic Outsourcing – a structured approach to outsourcing decisions and initiatives.** New York : AMA Publication, 1998. 314 p.

GROSSMAN, G.; HELPMAN, E. **Outsourcing in a Global Economy,** NBER Working Paper 8728. 2002.

IBGE. **Pesquisa Anual da Indústria da Construção 2006.** Rio de Janeiro, 2007. v. 16.

- KAGAMI, M. **Estratégias para a Competitividade na Produção: O Enfoque do Sudeste Asiático**. Revista de Administração de Empresas, 1993.
- KEENEY, R.L.; RAIFFA, H. **Decision with Multiple Objectives: Preferences and Value Trade-offs**. New York: John Wiley, 1976.
- KOLMAN, B. **Introdução à álgebra linear com aplicações**. Rio de Janeiro: LTC, 1999.
- LACITY, M. C.; HIRSCHHREIM, R., **Information Systems Outsourcing**, Wiley, New York. Lankford ,W.M. 1993.
- LEIRIA, J. S. **Terceirização: uma alternativa de flexibilidade empresarial**. Porto Alegre: Sagra-DC, Luzzatto, 1992.
- LEITE, C.H.B. **Aspectos jurídicos da terceirização**. In: SÍNTESE. Juris Síntese, legislação e jurisprudência. São Paulo, set./out. 1999. 1 CD-ROM, n. 19.
- LIU, F.; HAI, H. **The voting analytic hierarchy process method for selecting supplier**. *International Journal of Production Economics*, v. 97, p. 308-317, 2005.
- LOCKE, R. M. **The Promise and Perils of Globalization: The Case of Nike**. Cambridge: Massachusetts Institute of Technology, 2002.
- LORDSLEEM JR. A. C. **Metodologia para capacitação gerencial de empresas subempreiteiras**. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2002. Tese de Doutorado.
- LUZ, S. O. de C. **Medição de desempenho ambiental baseada em método multicriterial de apoio à decisão: Estudo de caso na indústria Automotiva**. v.13, n.3, p.557-570, set.-dez. 2006.
- LYNCH, C. F. **Logistics outsourcing A Management Guide**, USA. 2000.
- MARCHISIO, O. **Frammenti di Innovazione**. Milão, Franco Angeli. 1990.
- MARÇAL, R. F. M., SUSIN A. A. **Predizendo Falhas em Sistemas Rotativos usando para o diagnóstico lógica Fuzzy**. Anais 20º Congresso Brasileiro de Manutenção – ABRAMAN. Belo Horizonte, 2005.
- MARINS, C. S.; COZENDEY, M. I. **A metodologia de multicritério como ferramenta para tomada de decisões gerenciais: um estudo de caso**. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 25, Porto Alegre, 2005.
- MATTEO M.; BESSA, V. C. **As tendências atuais da subcontratação e as políticas de formação profissional no Brasil**. In: *El marco del proyecto “Formación Técnica y Profesional em América Latina” implementada por la CEPAL y la Sociedad Alemana de Cooperación Técnica*. Santiago, Chile, 2005.

- MAUÉS, L. M. F. **Metodologia de Organização Interna e Melhoria o Processo Produtivo em Centrais de Montagens de Componentes**. 1996. Dissertação de Mestrado. Universidade de Santa Catarina, Florianópolis, 1996. – Engenharia de Produção
- MILHOMENS, J.; ALVES, G. M. **Manual prático dos contratos**. Rio de Janeiro: Forense, 1996.
- MILOCA, S. A., **Aplicação da teoria de correlação canônica e método PROMETHEE num problema de qualidade industrial do trigo**. Curitiba, UFPR 2002.
- MOMME, J. (2002) “**Framework for outsourcing manufacturing: Strategic and operational Implications**”, *Computers in industry*, 49, 59 – 75.
- MORAIS, D. C.; ALMEIDA A. T. **Multicriteria Decision Aid for Implantation of Water system**. In: *MIM – Managing Inovative Manufacturing*, Winsconsin, 2002.
- NG, S. T.; LUU, C. D. T.; CHU, A. W. K. **Delineating criteria for subcontractors registration considering divergence in skill base and scales**. *International Journal of Project Management*, 2008.
- PAPADAKIS, V. (2002) , **Business Strategy**, Forth edition , Athens, *Benos publicutions*.
- O GLOBO (RJ): **Construção civil cresce 8,8%, na maior expansão em quatro anos**. www.ipea.gov.br. Acesso em: 10/07/2008.
- OLIVEIRA, K. A. Z. **Desenvolvimento e implementação de um sistemas de indicadores no processo de planejamento e controle da produção: proposta baseada em estudo de caso**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1999. Dissertação de Mestrado.
- PAGNANI, E. M. **A subcontratação na pequena e média empresa**. Campinas: Unicamp, 1989. 273 p.
- PARTOVI, F.; WHITERS, B.; BRADFORD, J. **How Tompkins rubber company used Analytic Hierarchy Process to enhance ISO-9000 related decision making**. *Production and Inventory Management Journal*, v. 43, n. 1-2, 2002.
- PIB brasileiro cresce 2,9% em 2006, acima do esperado pelo Mercado, indica o IBGE**. <http://noticias.uol.com.br>. Acesso em: 10/07/2008.
- PICCHI, F. A. **Sistemas da Qualidade - uso em empresas de construção de edifícios**. São Paulo: Escola Politécnica da USP, 1993.
- PIORE, M.J. **Nouvelles Remarques sur les Trajectoires Technologiques**. In: *Boyer et allii, Les Figures de L'Irreversibilité en Économie*. Paris, Éditions de L' École des Études en Sciences Sociales. 1991.
- PIRES, S. **Gestão da cadeia de suprimentos (supply-chain management): conceitos, estratégias, práticas e casos**. S. Paulo: Atlas, 2004.

PIRKATIS, V.; NIKITAKOS, N. **Outsourcing in Shipping Companies: State of the Art Review**. In: *International Conference: "Shipping in the era of Social Responsibility"*. Argostoli, Cephalonia, Grécia, 2006.

POCHMANN defende "política nacional" sobre a terceirização. Disponível em: www.ipea.gov.br. Acesso em: 10/07/2008.

PORTER, M. E. **Estratégia Competitiva: Técnicas para Análise de Industrias e da Concorrência**. Rio de Janeiro: Campus, 1996.

PROGRAMA BRASILEIRO DA QUALIDADE E PRODUTIVIDADE DO HABITAT (PBQP-H). **Itens e requisitos do sistema de qualificação de empresas de serviços e obras: SIQ, segundo a NBR ISO 9001:2000**. Brasília: DOU, 23 dez. 2002. Disponível em: <http://www.pbqp-h.gov.br/projetos/SIQ/construtoras/Anexo%20II.pdf>. Acesso em: 17 jul. 2007.

QUINN, J. **Strategic Outsourcing; Leveraging Knowledge Capabilities**, *Sloan Management Review*, 40 No 4, 9-21, 1999.

QUINN- HIMLER, **Strategic Outsourcing**, The Mc Kinsey Quarterly, 1994.

RAHMAN, M. M.; KUMARASWAMY, M.M. **Relational selection for collaborative working arrangements**. *Journal of Construction Engineering and Management*, v. 131, n. 10, p. 1087-1098, 2005.

ROY B. **Main Sources of Determination, Uncertainty and Imprecision in Decision Models**. *Mathl. Comput. Modelling*, v. 12, n10/11, p. 1245-1254, 1986.

ROY, B.; BERTIER, P. **La ELECTRE II: une application au media-planning**. VII ème *Confèrence internationale de recherché opérationnelle*, 7, Dublin (Ross, M. ed.) OR. 72. North Holland, Amsterdam, 1973. p. 291-302.

SALOMON, V. **Auxílio à decisão para a adoção de políticas de compras**. *Produto & Produção*, v. 6, n. 1, 2002.

SAATY, T. **Método de Análise Hierárquica**. São Paulo: Makron Books, 1991.

SARATT, N. **"Afinal, a Terceirização e Quarterização na relação Cooperativada tem futuro no Brasil?"**. In: *Seminário Nacional Terceirização nas Organizações: "Novas Formas e Aplicação da Terceirização"*. 5., 2000, Salvador. Anais. Salgado: Gazeta Mercantil, 2000. 100p., p. 41-45.

SCHMITZ, H. **Collective Efficiency: Growth Path for Small Scale-Industry**. *The Journal of Development Studies*, 1995.

SERRA, S.M.B. **Diretrizes para Gestão dos Subempreiteiros**. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2001. 360 p. Tese de Doutorado.

SILVA, E. G. T., ARIENTI, V. L. U **Quebra de Paradigmas na Contratação de Serviços Terceirizados – alcançar resultados através de contratos com foco em recursos humanos**. XIII SIMPEP – Bauru, SP, Brasil. 2006.

SILVA, M. A. C. **Identificação e análise dos fatores que afetam a produtividade sob a ótica dos custos de produção de empresas de edificações.** Porto Alegre: Curso de pós-graduação em engenharia civil, Universidade Federal do Rio Grande dos Sul, 1986. Dissertação de Mestrado.

SOBRAL, F. N. C. **Programação em dois níveis: reformulação utilizando as condições KKT.** São Paulo: Curso de pós-graduação do Instituto de Matemática e Estatística, 2008. Universidade de São Paulo. São Paulo. Dissertação de Mestrado.

STEPPAN, A. I. B. **Investigação das Práticas de Contabilidade Gerencial no Setor da Construção Civil da Cidade do Natal – RN.** Programa Multinstitucional e Inter-Regional de Pós-graduação em Ciências Contábeis. UnB, UFPA, UFPE, UFRN, Natal, 2006. Dissertação de Mestrado.

SZAJUBOK, N. K.; MOTA, C. M. de M.; ALMEIDA, A. T. **Uso do método multicritério ELECTRE TRI para classificação de estoques na construção civil.** Pesquisa Operacional., v. 26, n. 3, 2006.

TEIXEIRA, L.P.; CARVALHO, F.M.A; **A construção civil como instrumento do desenvolvimento da economia brasileira.** Revista Paranaense de Desenvolvimento, Curitiba, n. 109, p. 09-26, jul/dez 2005.

Valor Econômico (SP): **Aquecido, setor de construção civil lidera criação de vagas.** www.ipea.gov.br. Acesso em:10/07/2008.

VANDERPOOTEN, D. **The European School of MCDA: Emergence, Basic Features and Current Works.** *CAHIER DU LAMSADE*, n. 825, 1995.

VINCKE, P. **Multicriteria Decision-Aid.** John Wiley, 1992.

WANG J.; YANG D. **Using a hybrid multi-criteria decision aid method for information systems outsourcing.** *Computers & Operations Research*. 343691 – 3700, 2007.

ZAVADSKAS, E.; BEJDER, E.; KAKLAUSKAS, A. **Raising the efficiency of the building lifetime with special emphasis on maintenance.** *Facilities. Bradford*, v.16, n.11, p.334, 1998.

APÊNDICES

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO



Brasília, de de 2007.

Prezados Senhores (as),

Alexandre Guimarães Neumann, pertencente ao grupo de alunos de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Estruturas e Construção Civil – PECC da Universidade de Brasília – UnB, está realizando uma pesquisa sobre métodos multicritérios de apoio à seleção de prestadores de serviços na construção civil. Em sua fase atual, o trabalho possui o seguinte título: “MODELO MULTICRITÉRIO NO PROCESSO DE APOIO À SELEÇÃO DE SUBEMPREGADOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL”.

Métodos Multicritério são modelos estatísticos que propõe qualificar múltiplos critérios que podem ser tanto quantitativo quanto qualitativo e que são utilizados com muita frequência em processos de apoio à decisão.

O principal objetivo do estudo é compreender e avaliar o processo de seleção de prestadores de serviços na construção civil em Brasília.

Na fase de coleta de dados, por meio de entrevistas, pretende-se obter a percepção de gerentes que atuam no setor da construção civil quanto a critérios de seleção de subempregados. As informações obtidas serão confidenciais e usados estritamente para fins acadêmicos.

Conto com sua colaboração. As respostas ao questionário em anexo serão tabulados e apresentados a uma banca examinadora sem a exposição dos dados pessoais dos respondentes.

Agradecendo antecipadamente a atenção de V.Sa., despeço-me,

Atenciosamente,

Profa. Dra. Maria de Fátima Souza e Silva
Programa de Pós-graduação em Estruturas e Construção Civil - PECC
Universidade de Brasília - UnB

Instruções para Preenchimento do Questionário

1. Dados do Colaborador:

Esse item visa correlacionar os dados do colaborador com os da decisão. Ex. verificar se empresas de pequeno porte selecionam prestadores de serviço com critérios diferenciados das empresas grandes.

Em todos os campos em cinza favor inserir os dados com o auxílio do teclado, menos no campo Função, Relação na Decisão e Porte da Empresa. Nestes campos, acione o mouse no campo cinza para abrir a caixa de diálogo com as opções a serem marcadas.

2. Estipulando Pesos para os Critérios

Esse item visa identificar os pesos relacionados aos macro-critérios da decisão, entendendo por macro-critério os principais itens a serem abordados na caracterização do melhor prestador de serviço pela empresa contratante.

Basta acionar o mouse no campo cinza e selecionar, na caixa de diálogo, o peso que é atribuído ao critério na decisão de contratação de prestadores de serviço.

Esse campo foi dividido em 08 cenários que são uma combinação entre as premissas recurso disponível, prazo e qualificação exigida para execução do serviço.

O pressuposto é que a decisão de contratar um ou outro subempreiteiro varia em função do cenário em que a decisão está inserida. Por exemplo, considerando um caso A em que o recurso e o prazo são folgados e a qualidade do serviço é baixa e um caso B onde o recurso e o prazo para execução são limitados e o grau de especialização requerida para o serviço é alto.

Na configuração do segundo caso, a escolha recairia por um subempreiteiro muito qualificado, pois a possibilidade de erro seria reduzida. Neste caso, o subempreiteiro poderia ser até um subempreiteiro caro, mas que não trouxesse problemas futuros.

3. Estipulando Pesos para os Sub-Critérios

Esse item é o desmembramento dos macro-critérios em micro-critérios para aprofundamento da pesquisa.

Basta clicar no quadrado cuja resposta seja sua opinião. Ex. 4.

4. Escala dos Pesos



- Após preenchidos os formulários favor remeter o e-mail para:
neumann@unb.br

1. DADOS DO COLABORADOR

Empresa				Porte da Empresa	
Nome				Sexo	
Idade		Anos de Experiência		Local de Trabalho	
Função:		Relação na Decisão			

2. ESTIPULANDO PESOS PARA OS CRITÉRIOS

Com o intuito de aprimorar a SELEÇÃO DE SUBEMPREGADOS foram estipulados 08 diferentes tipos de contexto ou cenários e alguns critérios que podem influenciar na decisão. Sendo necessários para isso o estabelecimento de valores quantitativos de cada critério no contexto da decisão.

Foram selecionados 5 critérios. Aponte a importância que atribui a eles em cada um dos oito cenários descritos ao lado.	Cenário 01: Recursos Disponíveis: Limitado Prazo para Execução: Limitado Qualificação exigida para o serviço: Baixo	Cenário 02: Recursos Disponíveis: Limitado Prazo para Execução: Limitado Qualificação exigida para o serviço: Alto	Cenário 03: Recursos Disponíveis: Folgado Prazo para Execução: Limitado Qualificação exigida para o serviço: Baixo	Cenário 04: Recursos Disponíveis: Folgado Prazo para Execução: Limitado Qualificação exigida para o serviço: Alto	Cenário 05: Recursos Disponíveis: Limitado Prazo para Execução: Folgado Qualificação exigida para o serviço: Baixo	Cenário 06: Recursos Disponíveis: Limitado Prazo para Execução: Folgado Qualificação exigida para o serviço: Alto	Cenário 07: Recursos Disponíveis: Folgado Prazo para Execução: Folgado Qualificação exigida para o serviço: Baixo	Cenário 08: Recursos Disponíveis: Folgado Prazo para Execução: Folgado Qualificação exigida para o serviço: Alto
Competência gerencial e financeira da subempreiteira								
Preço ofertado pela subempreiteira.								
Flexibilidade/disponibilidade quanto a prazo de execução dos serviços oferecidos pela subempreiteira.								
Imagem empresarial e as relações interpessoais entre contratante e contratada.								
Qualificação apresentada pela empresa subempreiteira.								

3 – ESTIPULANDO PESOS PARA OS SUBCRITÉRIOS	
Os critérios anteriores sintetizam subcritérios. Indique a importância que atribui a eles	
Critério	1 – Competência Gerencial e Financeira da Empresa Subempreiteira
Subcritério	1.1 – Proximidade das instalações da empresa contratada em relação à empresa contratante? <input type="checkbox"/> Indiferente <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> 8 <input type="checkbox"/> 9 <input type="checkbox"/> 10 <input type="checkbox"/> Máxima Preferência
	1.2 – Estrutura comercial disponível e o apoio desta na concepção do produto? <input type="checkbox"/> Indiferente <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> 8 <input type="checkbox"/> 9 <input type="checkbox"/> 10 <input type="checkbox"/> Máxima Preferência
	1.3 – Posição ocupada relativa perante aos concorrentes, em ranking de melhores empresas? <input type="checkbox"/> Indiferente <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> 8 <input type="checkbox"/> 9 <input type="checkbox"/> 10 <input type="checkbox"/> Máxima Preferência
	1.4 – Capacidade gerencial que a empresa contratada tem disponível? <input type="checkbox"/> Indiferente <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> 8 <input type="checkbox"/> 9 <input type="checkbox"/> 10 <input type="checkbox"/> Máxima Preferência
	1.5 – Disponibilidade financeira que o possível contratado possui? <input type="checkbox"/> Indiferente <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> 8 <input type="checkbox"/> 9 <input type="checkbox"/> 10 <input type="checkbox"/> Máxima Preferência
	Critério
Subcritério	2.1 – Preço final ou global do produto? <input type="checkbox"/> Indiferente <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> 8 <input type="checkbox"/> 9 <input type="checkbox"/> 10 <input type="checkbox"/> Máxima Preferência
	2.2 – Preço unitário? <input type="checkbox"/> Indiferente <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> 8 <input type="checkbox"/> 9 <input type="checkbox"/> 10 <input type="checkbox"/> Máxima Preferência
	2.3 – Índices/prazos utilizados pela futura contratada para os reajustes contratuais? <input type="checkbox"/> Indiferente <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> 8 <input type="checkbox"/> 9 <input type="checkbox"/> 10 <input type="checkbox"/> Máxima Preferência
	2.4 – Prazo que o subempreiteiro oferece/suporta para a devolução das retenções contratuais? <input type="checkbox"/> Indiferente <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> 8 <input type="checkbox"/> 9 <input type="checkbox"/> 10 <input type="checkbox"/> Máxima Preferência
	2.5 – Possibilidade de absorver custos com materiais, ou seja, contratação de prestação de serviço com fornecimento de materiais? <input type="checkbox"/> Indiferente <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> 8 <input type="checkbox"/> 9 <input type="checkbox"/> 10 <input type="checkbox"/> Máxima Preferência
	2.6 – Condições para pagamento ofertadas? <input type="checkbox"/> Indiferente <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> 8 <input type="checkbox"/> 9 <input type="checkbox"/> 10 <input type="checkbox"/> Máxima Preferência
Critério	3 - Flexibilidade/Disponibilidade quanto a Prazo para Execução dos Serviços Contratados pela Empresa Subempreiteira
Subcritério	3.1 – Disponibilidade para finalizar os serviços em prazos iguais ou inferiores aos solicitados? <input type="checkbox"/> Indiferente <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> 8 <input type="checkbox"/> 9 <input type="checkbox"/> 10 <input type="checkbox"/> Máxima Preferência
	3.2 – Grau de controle dos serviços executados? <input type="checkbox"/> Indiferente <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> 8 <input type="checkbox"/> 9 <input type="checkbox"/> 10 <input type="checkbox"/> Máxima Preferência
	3.3 – Disponibilidade para Execução dos Serviços? <input type="checkbox"/> Indiferente <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> 8 <input type="checkbox"/> 9 <input type="checkbox"/> 10 <input type="checkbox"/> Máxima Preferência
	3.4 – Flexibilidade ou possibilidade de atender ao contratante conforme os ritmos da obra? <input type="checkbox"/> Indiferente <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> 8 <input type="checkbox"/> 9 <input type="checkbox"/> 10 <input type="checkbox"/> Máxima Preferência
	3.5 – Quantidade de empresas em que o possível contratado atua? <input type="checkbox"/> Indiferente <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> 8 <input type="checkbox"/> 9 <input type="checkbox"/> 10 <input type="checkbox"/> Máxima Preferência

Critério	4 – Imagem e Relação Interpessoal da Empresa Subempreiteira	
Subcritério	4.1 – Relacionamento do prestador de serviço com os seus clientes antigos? <input type="checkbox"/> Indiferente <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> 8 <input type="checkbox"/> 9 <input type="checkbox"/> 10 <input type="checkbox"/> Máxima Preferência	
	4.2 – Histórico dos fornecimentos? <input type="checkbox"/> Indiferente <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> 8 <input type="checkbox"/> 9 <input type="checkbox"/> 10 <input type="checkbox"/> Máxima Preferência	
	4.3 – Imagem do subempreiteiro na localidade? <input type="checkbox"/> Indiferente <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> 8 <input type="checkbox"/> 9 <input type="checkbox"/> 10 <input type="checkbox"/> Máxima Preferência	
	4.4 – Recomendações de clientes anteriores? <input type="checkbox"/> Indiferente <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> 8 <input type="checkbox"/> 9 <input type="checkbox"/> 10 <input type="checkbox"/> Máxima Preferência	
	4.5 – Idoneidade moral e financeira da contratada? <input type="checkbox"/> Indiferente <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> 8 <input type="checkbox"/> 9 <input type="checkbox"/> 10 <input type="checkbox"/> Máxima Preferência	
	4.6 – A apresentação/empatia que o subempreiteiro teve com a possível contratante? <input type="checkbox"/> Indiferente <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> 8 <input type="checkbox"/> 9 <input type="checkbox"/> 10 <input type="checkbox"/> Máxima Preferência	
	4.7 – Grau de interesse do subempreiteiro em executar os serviços contratados? <input type="checkbox"/> Indiferente <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> 8 <input type="checkbox"/> 9 <input type="checkbox"/> 10 <input type="checkbox"/> Máxima Preferência	
	4.8 – Estrutura para atendimento pós-venda? <input type="checkbox"/> Indiferente <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> 8 <input type="checkbox"/> 9 <input type="checkbox"/> 10 <input type="checkbox"/> Máxima Preferência	
	4.9 – Motivação da Equipe? <input type="checkbox"/> Indiferente <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> 8 <input type="checkbox"/> 9 <input type="checkbox"/> 10 <input type="checkbox"/> Máxima Preferência	
	Critério	5 – Qualificação da Empresa Subempreiteira
	Subcritério	5.1 – Fornecedor de serviço portador de certificações (ISO-9001:2000, PSQ e etc.)? <input type="checkbox"/> Indiferente <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> 8 <input type="checkbox"/> 9 <input type="checkbox"/> 10 <input type="checkbox"/> Máxima Preferência
5.2 – Possibilidade de comprovação da especialização (acervo técnico e etc.)? <input type="checkbox"/> Indiferente <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> 8 <input type="checkbox"/> 9 <input type="checkbox"/> 10 <input type="checkbox"/> Máxima Preferência		
5.3 – Disponibilidade de profissionais técnicos (técnicos, engenheiros, mestres, doutores)? <input type="checkbox"/> Indiferente <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> 8 <input type="checkbox"/> 9 <input type="checkbox"/> 10 <input type="checkbox"/> Máxima Preferência		
5.4 – Capacidade de acompanhar o desenvolvimento tecnológico do setor em que atua? <input type="checkbox"/> Indiferente <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> 8 <input type="checkbox"/> 9 <input type="checkbox"/> 10 <input type="checkbox"/> Máxima Preferência		
5.5 – Capacidade de desenvolver e aprimorar tecnologias? <input type="checkbox"/> Indiferente <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> 8 <input type="checkbox"/> 9 <input type="checkbox"/> 10 <input type="checkbox"/> Máxima Preferência		
5.6 – Capacitação técnica da equipe? <input type="checkbox"/> Indiferente <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 7 <input type="checkbox"/> 8 <input type="checkbox"/> 9 <input type="checkbox"/> 10 <input type="checkbox"/> Máxima Preferência		

FORMULÁRIO PARA COLETA DE DADOS DAS ALTERNATIVAS

Caracterização do Serviço a ser Executado

Serviço: _____

Caracterização do Cenário

	Limitado/Baixo	Folgado/Alto
Prazo para execução do serviço?		
Recursos financeiros disponíveis?		
Qualificação exigida para execução do serviço?		

Caracterização do Empreiteiro

1º Parte

Para Preencher:

Nos critérios 1, 3, 4 e 5: caracterizar o empreiteiro em:

Muito Ruim, Ruim, Satisfatório, Bom ou Muito Bom.

No critério 2: inserir o preço ofertado.

Critério	Emp. 01	Emp. 02	Emp. 03	Emp. 04	Emp. 05
1.Competência Gerencial e Financeira?					
2.Preço ofertado?					
3.Flexibilidade/Disponibilidade ofertada pelo subempreiteiro para execução do serviço?					
4.Imagem Organizacional e relações interpessoais?					
5.Qualificação apresentada pelo subempreiteiro para executar o serviço?					

2º Parte

Para Preencher:

Nos sub-critérios 2, 3, 4, 5, 8, 9, 11, 13, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25 e 31 caracterizar o empreiteiro em:

Muito Ruim, Ruim, Satisfatório, Bom ou Muito Bom.

No sub-critério 6 e 7: inserir o preço ofertado.

No sub-critério 16: inserir valor quantitativo

No sub-critério 1, 10, 12, 14, 15, 26, 27, 28, 29 e 30 caracterizar em:

Sim ou não.

Critério	Emp. 01	Emp. 02	Emp. 03	Emp. 04	Emp. 05
1. Proximidade das instalações da empresa contratada em relação à empresa contratante?					
2. Estrutura comercial disponível e o apoio desta na concepção do produto?					
3. Posição ocupada perante aos concorrentes, em ranking de melhores empresas?					
4. Capacidade gerencial que a empresa contratada tem disponível?					
5. Disponibilidade financeira que o possível contratado possui?					
6. Preço final ou global do produto?					
7. Preço unitário?					
8. Quão relevantes são os índices/prazos utilizados pela futura contratada para os reajustes contratuais?					
9. Prazo que o subempreiteiro suporta para a devolução das retenções contratuais?					
10. Possibilidade de absorver custos com materiais?					
11. Condições para pagamento ofertadas					

12. Disponibilidade de finalizar os serviços em prazos iguais ou inferiores aos solicitados?					
13. Grau de controle dos serviços executados?					
14. Disponibilidade para Execução dos Serviços?					
15. Flexibilidade para atender ao contratante conforme os ritmos da obra?					
16. Quantidade de empresas em que o possível contratado atua no momento?					
17. Relacionamento do prestador de serviço com os seus clientes antigos?					
18. Histórico dos fornecimentos?					
19. Imagem do subempreiteiro na localidade?					
20. Recomendações de clientes anteriores?					
21. Idoneidade moral e financeira da contratada?					
22. A apresentação/empatia que o subempreiteiro teve com a possível contratante?					
23. Grau de interesse do subempreiteiro em executar os serviços contratados?					
24. Estrutura para atendimento pós-venda?					
25. Motivação da Equipe?					
26. Fornecedor de serviço portador de certificações (ISO-9001:2000, PSQ e etc.)?					

27. Possibilidade de comprovação da especialização (acervo técnico e etc)?					
28. Disponibilidade de profissionais técnicos (técnicos, engenheiros, mestres, doutores)?					
29. Capacidade de acompanhar o desenvolvimento tecnológico do setor em que atua					
30. Capacidade de desenvolver e aprimorar tecnologias?					
31. Capacitação técnica da equipe?					

APÊNDICE C – INSTRUÇÕES PARA INSERIR DADOS NO *DECISION LAB*®

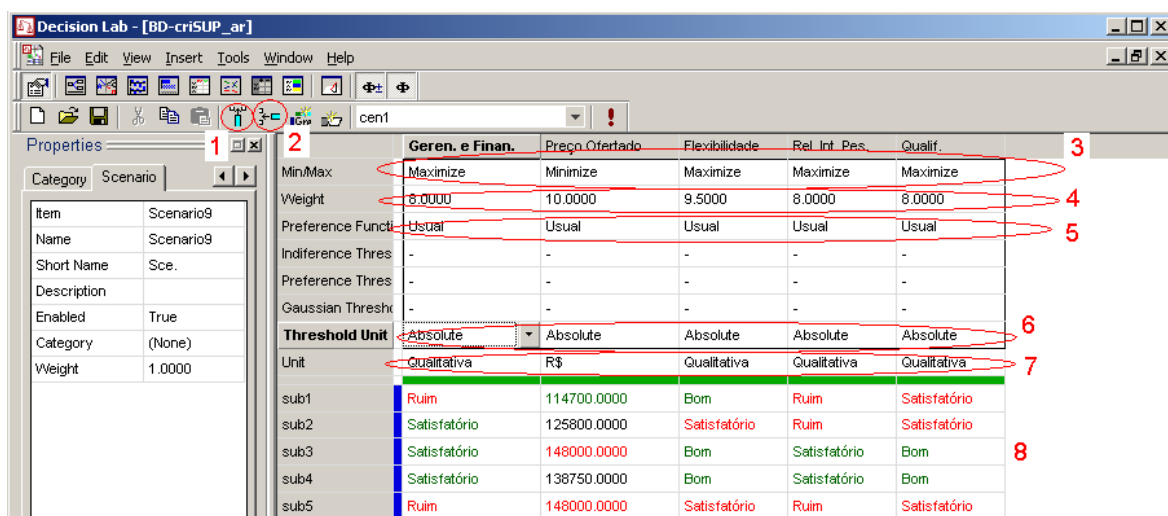


Figura C.1 – Entrada de Dados no *Decision Lab*®

Para inserir dados no Decisio Lab® são necessárias a conformação de, basicamente, oito etapas, em consonância com as assimilações descritas na Figura C.1.

Dado um exemplo com cinco critérios, em que os dados de pesos, a relação de maximização ou minimização, as funções de preferência, o tipo de unidade – valor absoluto ou em percentual e a unidade de medida – que deve ser cadastrada anteriormente que estão apresentados no Quadro C.1 e considerando que os critérios são:

- Capacidade Gerencial e Financeira “Geren. e Finan.”
- Preço Ofertado
- Flexibilidade e Disponibilidade “Flexibilidade”
- Relação Interpessoal “Rel. Int. Pes.”
- Qualificação “Qualif.”

Quadro C.1 – Exemplo de dados de entrada de critérios

Crítérios	Geren. e Finan	Preço Ofertado	Flexibilidade	Rel. Int. Pes.	Qualif.
Pesos	8.00	10.00	9.50	8.00	8.00
Relação	Maxim.	Minim.	Maxim.	Minim.	Maxim.
Função Pref.	Tipo 1	Tipo 1	Tipo 1	Tipo 1	Tipo 1
Tipo de Unidade	Absoluto	Absoluto	Absoluto	Absoluto	Absoluto
Unidade	Qualitativa	R\$	Qualitativa	Qualitativa	Qualitativa

Com base nos dados apresentados para os critérios deve ser configurado o software para completar sua caracterização, essa caracterização é estabelecida em oito etapas conforme pode ser observado no Quadro C.2.

Quadro C.2 – Etapas para inserir dados no *Decision Lab*®

Etapas	Ações
1	Deve ser pressionado este ícone para inserir critérios
2	Deve ser pressionado esse ícone para inserir alternativas
3	Deve ser pressionado a célula correspondente a cada critério e selecionado qual a relação a ser utilizada – maximização ou minimização.
4	Deve ser pressionado a célula correspondente a cada critério e posteriormente deve ser digitado o peso atribuído a cada critério
5	Deve ser pressionado a célula correspondente para selecionar qual o tipo de função de preferência a ser utilizado.
6	Deve ser pressionado a célula correspondente para selecionar qual o tipo de unidade de medida.
7	Deve ser pressionado a célula correspondente para selecionar qual a unidade de medida.
7	Deve ser pressionado a célula correspondente a cada critério e posteriormente deve ser digitado o valor que corresponde a alternativa em cada um dos critérios.

Para cumprir a sétima etapa para a inserção de dados deve ser inseridos os dados conforme demonstra o Quadro C.3.

Quadro C.3 – Exemplo de dados de entrada de alternativas

Critérios	sub1	sub2	sub3	sub4	sub5
(1)	Ruim	Satisfatório	Satisfatório	Satisfatório	Ruim
(2)	114.700,00	125.800,00	148.000,00	138.750,00	148.000,00
(3)	Bom	Satisfatório	Bom	Bom	Satisfatório
(4)	Ruim	Ruim	Satisfatório	Satisfatório	Ruim
(5)	Satisfatório	Satisfatório	Bom	Bom	Satisfatório

Após essas etapas a caracterização do modelo multicritério está finalizada e pode ser iniciada a análise dos resultados obtidos.