

UTILIZAÇÃO DO MÉTODO PROMETHEE II NA ANÁLISE DAS PROPOSTAS DE PREÇOS EM UM PROCESSO DE LICITAÇÃO

Liliane Neves Vieira Bastos

PPGEP - Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE - E-mail: lilianen.@npd.ufpe.br

Adiel Teixeira de Almeida

PPGEP - Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE - E-mail: gpsid@npd.ufpe.br

ABSTRACT

In the Brazilian Civil Construction, it is notorious the quality lack and the high index of materials' waste. "As identification attempt, we can say concisely, that this is characterized by: low productivity; precarious organization of the production; incipient technical base and imprevisibility of times and costs" (Colombo & Bazzo, 2001). Why is there this quality lack? Because of the fiscalization absence by responsible organs?! Or because of the lack of the manufacturers' commitment with the life's quality of the population?! Based on this and emphasizing the bidding process that happens nowadays, it is considered that this process fails when it doesn't demand the concern from the manufacturers with the quality, as well as when it doesn't motivate the vital competition among them, so that the manufacturers to win the bidding undergo low prices, but they also try to reduce the work's cost in anyway, even if it is using material of low quality or exploring the labor, without a serious commitment with time.

The article proposes the insert of an indifference index among the prices offered by manufacturers in a bidding, and the analysis of the implantation of a quality system and the commitment of the company with the established period. With the increment of these criterions is chosen the winner company by the outranking method PROMETHEE II.

Key words: Promethee, Bidding, Quality.

1. INTRODUÇÃO

Consumidores quando vão adquirir um bem qualquer levam em consideração além do preço do produto, a marca, a vida útil, etc. Depois de observar os critérios que considera importante, de acordo com sua preferência, escolhe o que melhor lhe convém. O critério preço está perdendo espaço para outros critérios. Alguns consumidores preferem comprar um produto mais caro, porém com qualidade, ou melhor, consideram que a diferença entre os preços não é suficiente para compensar a falta de qualidade. Este processo de escolha leva à uma maior competitividade entre as empresas produtoras; onde estas, por uma questão de sobrevivência, passam a se preocupar em atender as necessidades e desejos do cliente, ao mesmo tempo em que produzir reduzindo desperdício e limitando gastos.

Analogamente aos consumidores, os órgãos públicos selecionam empresas para fornecimento de serviços e materiais, para isso promovem licitações. Trataremos aqui especificamente as empresas de Construção Civil. Neste processo, as construtoras propõem preços para realizarem o serviço em licitação. O processo de licitação trata-se, então, de

uma otimização, onde o objetivo é contratar uma empresa pelo menor preço e que atenda as restrições exigidas. Porém, a diferença entre o preço proposto pela construtora vencedora e as demais construtoras participantes não é levado em consideração, como também a qualidade da obra ou a confiabilidade. Critérios estes que deveriam ser exigidos observando o alto índice de obras sem qualidade, a falta de preocupação com estes índices e o prazo estabelecido para entrega da obra.

Baseando-se nesta idéia, propõe-se uma análise de um processo de licitação com um grupo de construtoras consideradas com preços indiferentes à primeira luz, inserindo critérios relacionados à qualidade e confiabilidade, utilizando o Método PROMETHEE II.

2. PROCESSO LICITATÓRIO

De acordo com a Lei 8.666 de 21/06/1993, a Licitação é o processo pelo qual órgãos da Administração Direta e as empresas públicas entre outros, controlados direta ou indiretamente pela União, Estados, Distrito Federal e Municípios, utilizam para contratar obras. Define-se por obra toda construção, reforma, fabricação, recuperação ou ampliação, realizada por execução direta ou indireta.

O processo atual de licitação acontece em duas etapas, e em cada uma os licitantes devem apresentar envelopes distintos e lacrados contendo o solicitado:

- ✓ 1ª - habilitação: quando são exigidos que se apresentem documentação relativa à habilitação jurídica, qualificação técnica, qualificação econômico-financeira e regularidade fiscal;
- ✓ 2ª - proposta de preços: quando se deve apresentar o preço que se propõem ao objeto em licitação.

A licitação do tipo menor preço determina que será o vencedor o licitante que apresentar a proposta de acordo com o que foi solicitado no edital ou convite e ofertar o menor preço; No caso de empate entre duas ou mais propostas, a classificação se fará, obrigatoriamente, por sorteio, em ato público, para o qual todos os licitantes serão convocados, vedado qualquer outro processo.

Entre os licitantes considerados qualificados a classificação se dará pela ordem crescente dos preços propostos. Serão consideradas propostas inexequíveis as propostas cujos valores sejam inferiores a 70% do menor dos seguintes valores: Média aritmética dos valores das propostas superiores a 50% do valor orçado pela Administração ou valor orçado pela administração.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Decisão Multicritério

Em um problema de decisão multicritério, o decisor defronta-se com uma série de alternativas e precisa optar em face de vários critérios; dificilmente, nesta situação encontra-se uma ação que maximize todos os critérios simultaneamente.

Através de uma modelagem de preferência, o decisor expressa relações entre pares de alternativas. Estas podem ser de preferência ($>$), uma alternativa é preferível a outra, indiferença (\sim), uma alternativa é igualmente preferível a outra, ou ainda, para métodos que não seguem a abordagem de preferências tradicional, de incomparabilidade (J), o decisor se recusa ou não tem habilidade para comparar o par de alternativas (Vincke, 1992).

De acordo com a problemática escolhe-se um método para avaliar a estrutura de preferências do decisor. Vários métodos são descritos na literatura, MAUT, ELECTRE, PROMETHEE, SMART, TODIM, etc.

A questão proposta trata de uma problemática de ordenação. A construtora vencedora será a que for considerada como melhor alternativa, porém esta pode desistir da licitação, então assumirá como vencedora a construtora considerada como a segunda melhor alternativa. O PROMETHEE II foi escolhido por resultar na problemática em questão e ser um método não-compensatório, que favorece alternativas bem balanceadas.

3.2 Métodos de Sobreclassificação

Os métodos de sobreclassificação têm origem na escola francesa. A relação de sobreclassificação é definida como uma relação binária em que o decisor tem argumentos suficientes para afirmar que, no mínimo, uma alternativa é tão boa quanto à outra, e não há uma razão essencial para refutar este estado (Roy, 1968).

O método ELECTRE está inserido na categoria dos métodos de sobreclassificação. Foi desenvolvido no final da década de 70. A idéia fundamental do ELECTRE é que podem ser eliminadas alternativas que são dominadas através de outras alternativas de acordo com um conjunto de pesos que é assumido como sendo dado e reflete a importância relativa entre critérios. Brans e Vincke desenvolveram o PROMETHEE (Preference Ranking Organization METHOD for Enrichment Evaluations) a partir do ELECTRE, com o objetivo de originar um método mais simples considerando que o ELECTRE requer muitos parâmetros que podem não ter significado ao decisor.

Há duas versões do PROMETHEE: PROMETHEE I provê uma relação que sobreclassifica parcialmente e reconhece que algumas alternativas não são comparáveis com outras (Relação 'J'). PROMETHEE II provê uma pontuação cardial para cada alternativa, que pode ser usada para desenvolver uma completa ordenação destas.

Comparando as alternativas **a** e **b**, o grau de sobreclassificação $\pi(a,b)$ é:

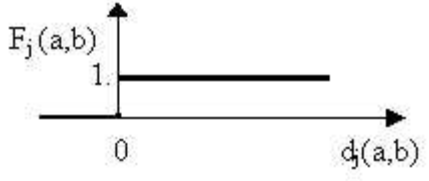
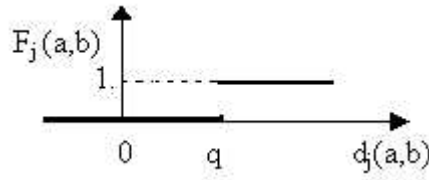
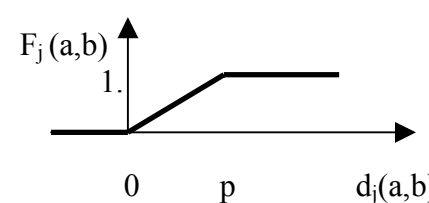
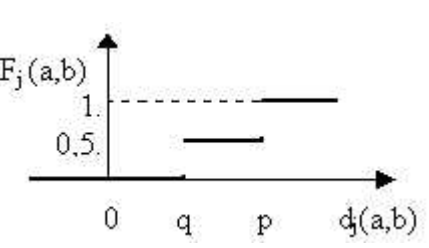
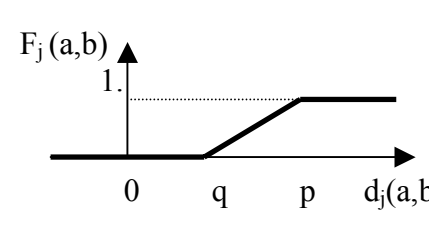
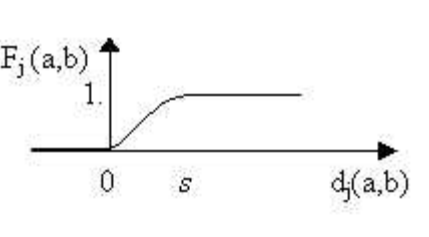
$$\pi(a,b) = \frac{1}{W} \sum_{j=1}^n w_j \cdot F_j(a,b), \quad \text{onde } W = \sum_{j=1}^n w_j,$$

w_j representa o peso do critério j , variando de 1 até n . É atribuído ao critério de maior importância o maior peso. $F_j(a,b)$ é a função do critério, chamada de "função preferência". As "funções preferências" assumem valores entre 0 e 1, associadas a cada critério, indicando a preferência entre alternativas, e são representadas em função da diferença do critério perante as alternativas, sendo escolhidas conforme o problema em conjunto com o decisor. Para estimar-se $F_j(a,b)$ é oferecido ao decisor à escolha, para cada critério, entre seis formas de curvas.

$$d_j : A \times A \rightarrow \mathbb{R}$$

$$d_j(a,b) = g_j(a) - g_j(b), \quad \text{onde } a, b \in A.$$

$$F_j(a,b) = F_j[d_j(a,b)]$$

| | |
|--|---|
| <p>1^a</p>  | <ul style="list-style-type: none"> • Imediata Preferência Estrita; • Não há parâmetros a ser definido. $d_j(a,b) \leq 0, F_j(a,b) = 0$ $d_j(a,b) > 0, F_j(a,b) = 1$ |
| <p>2^a</p>  | <ul style="list-style-type: none"> • Existe um limiar de indiferença (q), o qual deve ser fixado. $d_j(a,b) \leq q, F_j(a,b) = 0$ $d_j(a,b) > q, F_j(a,b) = 1$ |
| <p>3^a</p>  | <ul style="list-style-type: none"> • Preferência crescente até um limiar de preferência (p) determinado. $d_j(a,b) > p, F_j(a,b) = 1$ $d_j(a,b) < 0, F_j(a,b) = 0$ $0 \leq d_j(a,b) \leq p, F_j(a,b) = (1/p) * d(a,b)$ |
| <p>4^a</p>  | <ul style="list-style-type: none"> • Existem limiares de indiferença e preferência, os quais devem ser fixados; entre os dois, a preferência é média. $d_j(a,b) > p, F_j(a,b) = 1$ $d_j(a,b) \leq q, F_j(a,b) = 0$ $q < d_j(a,b) \leq p, F_j(a,b) = 0,5$ |
| <p>5^a</p>  | <ul style="list-style-type: none"> • Existem limiares de indiferença e preferência, os quais devem ser fixados; entre os dois, a preferência é crescente. $d_j(a,b) > p, F_j(a,b) = 1$ $d_j(a,b) < q, F_j(a,b) = 0$ $q \leq d_j(a,b) \leq p, F_j(a,b) = [1/(p.q)] \cdot [d(a,b).q]$ |
| <p>6^a</p>  | <ul style="list-style-type: none"> • Preferência crescente seguindo uma distribuição normal, o desvio padrão deve ser fixado. $F_j(a,b) = 1 - e^{-\frac{d(a,b)^2}{2s^2}}$ $d_j(a,b) \geq 0, F_j(a,b) = 1 - e^{-\frac{d(a,b)^2}{2s^2}}$ $d_j(a,b) < 0, F_j(a,b) = 0$ $d_j(a,b) \rightarrow +\infty, F_j(a,b) \rightarrow 1$ |

Duas pré-ordens completas são construídas. Um índice de preferência positivo, da alternativa **a** sobre todas as outras alternativas:

$$\phi^+(a) = \sum_{b \in A} \pi(a,b)$$

e outra um índice de preferência negativo de todas as alternativas sobre a alternativa **a**:

$$\phi^-(a) = \sum_{b \in A} \pi(b,a)$$

O método PROMETHEE II resulta na lista de ações decrescentes na ordem dos números de $\phi(a)$, onde:

$$\phi(a) = \phi^+(a) - \phi^-(a), a \in A.$$

Se $\phi(a) > \phi(b)$, então a alternativa **a** é preferível à alternativa **b**.

Se $\phi(a) = \phi(b)$, então a alternativa **a** é indiferente à alternativa **b**.

4. DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

Na primeira etapa da licitação as empresas são classificadas em habilitadas ou não, de acordo com a documentação exigida no edital. No caso das empresas serem habilitadas, passam para a segunda etapa quando terão seus envelopes, com a proposta de preço para o objeto em licitação, abertos. Pela Lei N.º 8.666 de 21/06/93, será considerada vencedora da licitação a empresa que oferecer o menor preço e atender às exigências do edital.

A proposta aqui descrita é primeiramente adotar sobre o menor preço ofertado um intervalo, onde as empresas que oferecerem preços dentro desse intervalo farão parte do grupo que será submetido à análise pelo PROMETHEE II. Este intervalo deve ser definido pelo decisor, e representa a diferença entre o menor preço e os demais ofertados de forma que esta seja indiferente à luz dos outros critérios.

Para tal análise, outros critérios serão levados em consideração além do preço. Os critérios estabelecidos foram a implantação de um Sistema de Qualidade e a Confiabilidade, partindo-se do princípio de que uma empresa que tem ou está implantando um sistema de qualidade provavelmente produzirá uma obra com menor índice de não conformidades e desperdício, uma vez que esta deve seguir padrões estabelecidos.

A forma escolhida para avaliar a implantação de um sistema de qualidade foi através da certificação pelo PBQP-H. O Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade na Construção Habitacional tem como objetivo geral "apoiar o esforço brasileiro de modernidade pela promoção da qualidade e produtividade do setor da construção habitacional com vistas a aumentar a competitividade de bens e serviços por ele produzidos, estimulando projetos que melhorem a qualidade do setor". A certificação pelo PBQP-H é dada de forma evolutiva em quatro níveis (D, C, B e A), onde as exigências para cada nível estão relacionadas com os requisitos exigidos na ISO 9002, de forma que quando a empresa chega ao nível A, pode certificar-se com a ISO 9002.

Alguns órgãos como a Companhia de Desenvolvimento Habitacional do Estado de São Paulo já exigem um nível específico do PBQP-H para as empresas participarem de suas licitações e a Caixa Econômica Federal, para liberar financiamento. Porém esta exigência faz parte da etapa de habilitação.

A tabela que será utilizada com a pontuação de cada nível do PBQP-H, descrita a seguir, foi definida com base nas possíveis condições que uma construtora possa se encontrar em relação à certificação:

| NÍVEL DE CERTIFICAÇÃO DO PBQP-H | PONTUAÇÃO |
|--|------------------|
| A | 5 |
| B | 4 |
| C | 3 |
| D | 2 |
| Início da fase de certificação | 1 |
| Sem implantação | 0 |

Tabela 01 - Pontuação para os níveis de certificação

O critério Confiabilidade está diretamente ligado a uma maior garantia de que o prazo fornecido junto à proposta de preço pelas licitantes para entrega do objeto em licitação será mantido. Como se trata de um critério qualitativo, foram simuladas situações de obras realizadas anteriormente pela empresa para o órgão, para as quais foram atribuídas pontuações, conforme pode ser observado na tabela a seguir.

| SITUAÇÕES DE CONFIABILIDADE | PONTUAÇÃO |
|--|------------------|
| A empresa já realizou obras para o órgão e não atrasou a entrega por motivos relacionados à própria empresa | 5 |
| A empresa não realizou obras para o órgão | 4 |
| A empresa já realizou obras para o órgão e atrasou em até 3 meses a entrega por motivos relacionados à própria empresa | 4 |
| A empresa já realizou obras para o órgão e atrasou em até 6 meses a entrega por motivos relacionados à própria empresa | 3 |
| A empresa já realizou obras para o órgão e atrasou em até 9 meses a entrega por motivos relacionados a própria empresa | 2 |
| A empresa já realizou obras para o órgão e atrasou em até 1 ano a entrega por motivos relacionados a própria empresa | 1 |
| A empresa já realizou obras para o órgão e atrasou mais de 1 ano a entrega por motivos relacionados à própria empresa | 0 |

Tabela 02 - Pontuação para o critério Confiabilidade

5. APLICAÇÃO

Para a proposta sugerida é feita uma aplicação do PROMETHEE II. A licitação simulada a ser analisada tem como objetivo a Construção de Núcleo Habitacional para baixa renda com 150 casas. O Valor orçado pelo órgão foi de R\$ 1.378.545,00.

Considerando que as construtoras abaixo relacionadas foram habilitadas na 1ª etapa da licitação e partem agora para a 2ª etapa, abertura da proposta de preços. A tabela abaixo descreve as propostas em ordem crescente:

| Alternativas | Preço |
|---------------------|------------------|
| Construtora A | R\$ 1.736.966,70 |
| Construtora B | R\$ 1.743.859,42 |
| Construtora C | R\$ 1.750.752,15 |
| Construtora D | R\$ 1.764.537,60 |
| Construtora E | R\$ 1.774.187,41 |
| Construtora F | R\$ 1.792.108,50 |
| Construtora G | R\$ 1.819.679,40 |
| Construtora H | R\$ 1.861.035,75 |
| Construtora I | R\$ 1.929.963,00 |

Tabela 03 - Preços propostos pelas construtoras

Para o caso considerou-se como dentro do intervalo de indiferença os valores até 1,6% acima do menor preço dado, o que representa um valor de R\$ 27.791,47. Desta forma, entraram para a análise pelo PROMETHEE II as empresas que apresentaram preços abaixo de R\$ 1.764.758,17.

Para estas são solicitados os demais critérios, cujas pontuações são dispostas de acordo com as tabelas 01 e 02, já definidas pelo decisor.

| Alternativas | Preço | PBQP-H | Confiabilidade |
|---------------------|------------------|---------------|-----------------------|
| Construtora A | R\$ 1.736.966,70 | 0 | 1 |
| Construtora B | R\$ 1.743.859,42 | 4 | 3 |
| Construtora C | R\$ 1.750.752,15 | 1 | 4 |
| Construtora D | R\$ 1.764.537,60 | 2 | 4 |

Tabela 04 - Descrição das construtoras que serão analisadas

Com o conjunto das possíveis ações, parti-se para a definição, que deve ser feita pelo decisor, dos pesos (que determina a relação de importância entre os critérios), da função dos critérios, e dos limites de indiferença (q) e preferência (p), se forem necessários.

| <i>Crítérios</i> | <i>Peso</i> | <i>Curva</i> | <i>Parâmetros</i> |
|-----------------------|-------------|--------------|-------------------|
| Preço | .50 | II | q = 8.000 |
| Nível de certificação | .25 | I | --- |
| Confiabilidade | .25 | I | --- |

Tabela 05 - Característica dos critérios para o decisor

Para o critério 'preço' foi considerada como mais apropriada a função II, que utiliza o limite de indiferença, julgando a diferença entre os preços das alternativas relevantes; para o 'nível de certificação' e a 'confiabilidade' foi escolhida como a função I, uma vez que esta compara uma alternativa com a outra, determinando a melhor e a pior, não dependendo de limites de preferência nem indiferença.

É definida para cada critério a matriz de comparação entre as alternativas $F_j(a,b)$, onde **a** representa a alternativa na vertical e **b**, na horizontal.

PREÇO

| | A | B | C | D |
|---|----|----|----|----|
| A | -- | 0 | 1 | 1 |
| B | 0 | -- | 0 | 1 |
| C | 0 | 0 | -- | 1 |
| D | 0 | 0 | 0 | -- |

NÍVEL DA CERTIFICAÇÃO

| | A | B | C | D |
|---|----|----|----|----|
| A | -- | 0 | 0 | 0 |
| B | 1 | -- | 1 | 1 |
| C | 1 | 0 | -- | 0 |
| D | 1 | 0 | 1 | -- |

CONFIABILIDADE

| | A | B | C | D |
|---|----|----|----|----|
| A | -- | 0 | 0 | 0 |
| B | 1 | -- | 0 | 0 |
| C | 1 | 1 | -- | 0 |
| D | 1 | 1 | 0 | -- |

Calculando a matriz

$$\pi(a,b) = \frac{1}{W} \sum_{j=1}^n w_j \cdot F_j(a,b), \quad \text{onde } W = \sum_{j=1}^n w_j = 1,$$

$$\pi(a,b) = 0,50 \cdot F_1(a,b) + 0,25 \cdot F_2(a,b) + 0,25 \cdot F_3(a,b)$$

| | A | B | C | D |
|---|------|------|------|------|
| A | -- | 0 | 0.50 | 0.50 |
| B | 0.50 | -- | 0.25 | 0.75 |
| C | 0.50 | 0.25 | -- | 0.50 |
| D | 0.50 | 0.25 | 0.25 | -- |

Cálculo de

$$\phi^+(a) = \sum_{b \in A} \pi(a,b) \quad \text{e} \quad \phi^-(a) = \sum_{b \in A} \pi(b,a)$$

| Alternativa | ϕ^+ | ϕ^- | ϕ |
|-------------|----------|----------|--------|
| A | 1.00 | 1.50 | -0.50 |
| B | 1.50 | 0.50 | 1.00 |
| C | 1.25 | 1.00 | 0.25 |
| D | 1.00 | 1.75 | -0.75 |

Ordenando as alternativas:

$$\mathbf{B > C > A > D}$$

6. CONCLUSÃO

Comparando o resultado obtido com o PROMETHEE II e o resultado de uma licitação atual, onde por este seria escolhida a construtora A, conclui-se que o processo atual falharia uma vez que pela diferença de R\$ 6.892,72 (entre A e B), estaria exposto a um maior risco de atraso na entrega da obra e a falta de compromisso com a implantação de um sistema de qualidade. Fatores estes que podem estar diretamente relacionados a elevados índices de desperdício de materiais e mão-de-obra e a falta de qualificação desta, entre outros.

Acredita-se que com a inclusão de outros critérios na proposta de preço, da forma descrita neste artigo, levaria a uma maior preocupação por parte das construtoras em implantar um sistema de qualidade. Porém este pode não ser suficiente para garantir uma obra final com qualidade. A inclusão de outros critérios como um índice relacionado a uma avaliação final da obra por parte do órgão público e dos clientes finais poderia também ser levado em consideração.

A necessidade de rever o processo de licitação atual é evidente, como também, a necessidade de mudar o perfil das construtoras. A medida que for exigido um compromisso maior das construtoras com as obras públicas, a tendência é que estas tornem-se mais competitivas e procurem oferecer produtos de qualidade. Uma vez despertado este pensamento, as construtoras procurarão adquirir produtos de qualidade exigindo, por sua vez, maior comprometimento dos seus fornecedores. Então, pode-se concluir que a melhoria no setor de construção civil repercutirá sobre diversos outros setores, e diretamente sobre a qualidade de vida das pessoas em geral.

7. BIBLIOGRAFIA

- BANA e COSTA, C.A. Introdução Geral às Abordagens Multicritério de Apoio à Tomada de decisão, Investigação Operacional, Vol.8, N° 1, 117-139, junho de 1988.
- COLOMBO, C.R. & BAZZO, W.A. Desperdício na construção civil e a questão habitacional: um enfoque CTS, Artigo, Anais do XXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção - ENEGEP, Salvador, outubro de 2001.
- PORTARIA MPO N.º 134 de 18/12/1998. Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade na Construção Habitacional - PBQP-H., Brasília, setembro de 1999.
- KEENEY, R. & RAIFFA, H. Decisions with Multiple Objectives: Preferences and Values Tradeoffs, John Wiley & Sons, New York, 1976.
- LEI N.º 8.666 de 21/06/1993 com redação dada pela Lei 8.883 (08/06/94) e Lei 9.648 (27/05/98) - Normas gerais sobre licitações e contratos administrativos pertinentes a obras.
- ROY, B. Classement et choix en présence de points de vue multiples (lá méthode Electre), 1968. Apud VINCKE, P. Multicriteria decision-aid, John Wiley & Sons Ltd. 1992.
- ROY, B. Multicriteria Methodology for Decision Aiding, Kluwer Academic Publishers, 1996.
- VINCKE, P. Multicriteria decision-aid, John Wiley & Sons Ltd. 1992.