

## O USO DO MULTICRITÉRIO NA SELEÇÃO DE EMPRESAS PARA LICITAÇÃO NO ÂMBITO DE ORGANIZAÇÃO VOLTADA PARA PRODUÇÃO E EXPLORAÇÃO DE PETRÓLEO

Carlos Francisco Simões Gomes  
Universidade Federal Fluminense & Ibmec-RJ  
carlos.francisco@pq.cnpq.br

Helder Costa  
Universidade Federal Fluminense  
helder.uff@gmail.com

Erika de Pina Lopes  
UVA  
epl\_erika@yahoo.com.br;

Maria Cecília Carvalho Chaves  
PUC-RJ  
mariaceci@hotmail.com

### Resumo

Escolher empresas para participar de processos licitatórios em uma empresa de grande porte na área de exploração e produção de petróleo não tem sido uma tarefa das mais simples. Embora a empresa em estudo ofereça meios para tal seleção, o atual sistema apresenta problemas, pois na maioria das vezes relaciona mais empresas do que o necessário, dificultando e onerando o processo. A solução para este problema se dá de forma empírica. A proposta deste estudo é a utilização de um método científico para seleção de empresas. Tal seleção não poderá ser tendenciosa e deverá apontar uma listagem eficiente e aplicável a problemática de escolha, criando um subconjunto de empresas, a partir de uma grande quantidade de alternativas válidas. O objetivo é propor uma ordenação, usando o método de apoio a decisão multicritério ELECTRE II de forma a possibilitar a escolha das melhores alternativas, dados os critérios propostos.

**PALAVARAS CHAVE:** Processos licitatórios, Multicritério, ELECTRE II.

### Abstract

Companies choose to participate in bidding processes in a large company in exploration and production of oil has not been one of the simplest tasks. Although the company under study provides the means for such selection, the current system has problems, because most often relates more companies than necessary, making the bidding process more difficult and expensive. The solution to this problem is given empirically. The purpose of this study is to use a scientific method for selection of companies. Such selection cannot be biased and should point to a list efficient and applicable to problems of choice, creating a subset of companies, from a lot of alternatives. The goal is to propose an ordinance, using the method of multicriteria decision support ELECTRE II in order to allow choosing the best alternative, given the proposed criteria.

**Keywords:** Bidding processes, Multicriteria, ELECTRE II.

## 1. Introdução

O Problema de Seleção de Fornecedores (*Supplier Selection Problem* ou *Vendor Selection Problem*) tem sido amplamente estudado. A grande maioria dos estudos conhecidos refere-se à escolha do melhor fornecedor baseado em critérios e tomada de decisões técnicas, que são os elementos considerados importantes nesse tipo de problema (Tramarico et al, 2012). A seleção de fornecedores trata de um importante problema decisório com impactos no desempenho de uma organização e de toda a cadeia de suprimentos (Salomon ET AL, 2009)

O procedimento licitatório simplificado adotado por empresas públicas busca agilizar o processo de contratação de um serviço. Para tal, é criado um portal que permite o cadastro de qualquer empresa, nacional ou estrangeira. A seleção em processos de licitação se dá a partir de um banco de dados no qual qualquer empresa de serviços ou fornecimento pode se cadastrar desde que atenda aos quesitos técnicos e legais, dentre outros, exigidos. Neste banco de dados, a empresa busca o item de cadastro ao qual seu perfil de serviço melhor se enquadre, geralmente por grandes áreas como: Estudos e Projetos, Instalações e Montagem Industrial, Serviços Gerais etc. No momento do cadastro os dados são colocados no sistema pela própria empresa candidata, tais como o porte da empresa, constituição, experiências anteriores, etc., dentre outros, dados estes que são auditados posteriormente.

As empresas participantes de um processo de licitação são avaliadas à luz de múltiplos critérios, alguns deles conflitantes. Neste contexto, surge a questão de como classificar essas empresas, considerando simultaneamente um conjunto de critérios em uma perspectiva não compensatória.

Este artigo tem por objetivo central o desenvolvimento de uma modelagem para a redução do conjunto inicial de alternativas e a sua posterior ordenação, objetivando a obtenção de um número viável e ordenado de empresas para seleção de fornecedores. Mais especificamente, este trabalho busca:

- Descrever, de forma sucinta, como ocorre o processo de seleção de fornecedores para processos licitatórios em uma empresa de grande porte da área de exploração e produção de petróleo;
- Vislumbrar uma proposta para melhorar este processo de seleção de fornecedores, utilizando-se da metodologia de apoio à decisão multicritério;
- Buscar, com a nova sistemática de seleção de fornecedores, ajudar a criar a cultura de utilização de métodos de apoio à decisão para gerar a ordenação de empresas fornecedoras, em processos licitatórios em organizações, assim como estimular o uso desta metodologia para outras áreas de serviço.

Para alcançar estes objetivos, é criado um modelo baseado nos conceitos do Apoio Multicritério à Decisão (AMD), mais especificamente, no método ELECTRE (ELimination Et Choix Traduissant la REalité) II (Roy & Bertier, 1971).

## 2. Método Multicritério de Apoio à Decisão

Os métodos de tomada de decisão multicritérios constituem uma área de conhecimento que possui amplo conjunto de ferramentas cujo foco é auxiliar ao decisor no desenvolvimento de um processo de decisão. Dado um conjunto de alternativas válidas para a solução de um problema, a questão é decidir o subconjunto que atenda a necessidade do decisor, tão pequeno quanto possível ou necessário, composto de alternativas julgadas como as mais satisfatórias. Lembrando, no entanto, que a solução que possa parecer ótima em uma determinada situação, pode não ser em outra, ou, ainda mais complexo, não ser a melhor opção para o conjunto, para o problema como um todo.

No modelo para tomada de decisão estão compreendidos os seguintes componentes: critérios, pesos e as classificações que são dadas para cada alternativa, em cada critério. Pressupondo o conhecimento das preferências dos atores da decisão e a qualidade da avaliação, pode-se admitir que uma ação seja tão boa, melhor ou pior que outra, ou seja, hierarquizar as alternativas. O AMD permite a priorização de alternativas em uma situação de critérios conflitantes, buscando

satisfazer as restrições com objetivos conflitantes, ou seja, uma solução de compromisso (Gomes e Maia, 2012)

Para a avaliação de um problema multicritério, há disponíveis diversas metodologias. Em Gomes (2007) são examinados diversos métodos, apresentando as características principais dos métodos mais utilizados. Uma visão geral de um número grande de métodos pode ser encontrada em Schärlich (1990), Vincke (1992), Bana e Costa (1990). Este campo de estudo possui duas linhas clássicas de pensamento: a Escola Francesa, em que o método mais conhecido é o ELECTRE (ELimination Et Choix Traduissant la REalité); e, a Escola Americana, com o AHP (Analytic Hierarchy Process) (GOMES e GOMES, 2012).

Como método de AMD, foi adotado o ELECTRE II, por ser proposto o para ordenação e por não incorporar efeitos compensatórios encontrados em funções de agregação da Escola Americana. O ELECTRE II ordena um conjunto de alternativas da melhor para a pior, utilizando conceitos de concordância e discordância para ordenar um conjunto de alternativas. A ordenação se dá a partir das relações de sobreclassificação forte e fraca e envolve apenas critérios verdadeiros.

Dentre os subsídios que envolvem um processo decisório, alguns elementos são considerados imprescindíveis no processo, tais como: (GOMES, GOMES, 2012).

- Decisor: ente responsável pela tomada de decisão. Pode ser uma única pessoa ou um grupo de pessoas.
- Alternativas: são as ações válidas que podem ser adotadas pelo decisor, identificadas como passíveis para a resolução do problema; neste estudo são as empresas fornecedoras.
- Critérios: são as propriedades que interferem na avaliação das alternativas. Geralmente são utilizados para ordenar as alternativas de forma hierárquica.
- Atributo: é o valor alcançado pela alternativa frente ao critério adotado.

## 2.1 O Método ELECTRE

Os métodos da família ELECTRE são baseados em relações de superação, que define que uma alternativa supera outra quando é pelo menos tão boa quanto à segunda. Os métodos ELECTRE têm como característica um novo modelo de preferências, que incorpora ao sistema de preferências clássico duas novas possibilidades: Incomparabilidade e Preferência Fraca (Gomes *et al.*, 2004).

A família ELECTRE é composta pelos métodos ELECTRE I, II, III, IV, IS e TRI. Cada um dos métodos ELECTRE tem uma finalidade distinta. Ou seja: a escolha do método depende do tipo de problema que se deseja resolver (Costa *et al.*, 2007). O ELECTRE I trata de problemas de seleção. O método ELECTRE II foi o primeiro método criado para tratar problemas de ordenação e utiliza verdadeiros critérios. O método ELECTRE II também usa o conceito de critério verdadeiro para estabelecer as relações de subordinação, porém usa uma estrutura de relaxamento para obter a ordenação das alternativas. O ELECTRE III é um aperfeiçoamento do II e foi criado para lidar com imprecisão e incerteza dos dados. O objetivo do ELECTRE IV é ordenar alternativas e tem como principal característica a ausência de pesos ou coeficientes de importância relativa de critérios. Os métodos ELECTRE III e IV utilizam o conceito de pseudocritério para estabelecer uma relação de credibilidade, a partir do qual ordenam as alternativas através de um processo de "destilação". A incorporação de pseudocritério incorpora a possibilidade de hesitação ou incerteza de um avaliador ao afirmar que uma alternativa é, de fato, pelo menos tão boa quanto outra. O ELECTRE IS se diferencia do ELECTRE I por utilizar pseudocritérios ao invés de verdadeiros critérios – os modelos que se utilizam de pseudocritérios são aqueles que apresentam limites de preferência e indiferença. Por último, o ELECTRE TRI criado para tratar problemas de classificação e foi proposto por Wei (1992). Uma visão mais detalhada dos métodos multicritério da família ELECTRE pode ser encontrada em Gomes *et al.* (2004, 2007) e Gomes, Gomes (2012). O livro de Roy e Bouyssou (1993) é uma excelente referência sobre os métodos ELECTRE. As características mais relevantes do ELECTRE II, base do estudo realizado, são apresentadas na seção 2.2.

## 2.2 ELECTRE II

O método ELECTRE II foi desenvolvido por Roy e Bertier (1971, 1973) e seu principal conceito é escolher aqueles sistemas que são preferidos pela maioria dos critérios e que não ultrapassem um determinado nível de desconforto ou descontentamento aceito pelo decisor, para nenhum dos critérios considerados (Chaves *et al.*, 2010).

É o método específico para problemas de ordenação baseado em critérios verdadeiros, pois trabalha com a comparação de cada par de alternativas da melhor para a pior à luz dos critérios pré-definidos. São utilizados os conceitos de concordância e discordância para construir as relações de sobreclassificação forte e fraca, em um conjunto de alternativas. Desta forma a ordenação é encontrada por meio dessas duas relações de subclassificação: forte; e, fraca.

No âmbito do ELECTRE II a relação de subordinação é utilizada para tornar possível a comparação dos pares de alternativas da seguinte maneira: se  $aSb$ , significa que “a” não tem um desempenho inferior ao definido pelo limite de “b”, ao passo que se  $bSa$ , significa que o limite “b” não tem um desempenho inferior ao da alternativa “a”.

O ELECTRE II estabelece uma ordenação completa sobre um conjunto de alternativas inicialmente consideradas que satisfaça (Chaves *et al.*, 2010):

- O teste da concordância, em que a medida da concordância está acima de um nível mínimo de aceitabilidade; e
- O teste da discordância, em que a medida da discordância está abaixo de um nível máximo tolerável de discordância.

Para poder analisar as matrizes de concordância e discordância são definidos valores de referência  $p$  e  $q$ , pertencentes ao intervalo de variação entre 0 e 1. Esses valores indicam que a concordância desejada deverá ser superior ou igual a  $p$  e que  $q$  definirá a máxima discordância tolerável. O procedimento de ordenação do método ELECTRE II constitui-se de dois estágios distintos de pré-ordenação. No primeiro estágio define-se a ordenação progressiva e, no segundo, a regressiva. As duas pré-ordenações obtidas, geralmente, são diferentes, porém próximas. Neste caso, o AD pode escolher a média entre elas, caso contrário, deve-se redefinir o problema e reaplicar o método. Aplicações do ELECTRE II podem ser encontradas em Miranda e Almeida (2004) e Almeida (2007), este último abordando a seleção de empresas de terceirização fazendo uso integrado da teoria da utilidade e o do ELECTRE.

## 3. Modelagem

Nesta seção, descreve-se a modelagem utilizada para ordenação de empresas participantes em um processo de licitação organizado por uma empresa do setor de produção e exploração de petróleo e gás.

### 3.1. Definição do objeto em estudo

A Empresa, foco do estudo, segue a normatização do Governo Federal da República Federativa do Brasil para a contratação de serviços, equipamentos, materiais e obras, dentre outras aquisições. As empresas interessadas em atender as demandas da companhia podem se cadastrar em um banco de dados, podendo ser convidada para os processos licitatórios da companhia. Para se cadastrar, basta que possuam a documentação solicitada e comprovem ter experiência no ramo de atividade no qual se candidatam. A companhia faz as avaliações necessárias, e caso o cadastro da empresa seja aprovado, a empresa recebe um número de Certificado de Registro e Classificação Cadastral (CRCC), pelo qual passará a ser identificada dentro da companhia.

Desta forma, no momento que antecede uma concorrência, o profissional de contratação junto ao corpo técnico da companhia, enquadra os serviços ou fornecimento em uma descrição específica e filtra em seu banco de dados determinado item de serviço. Caso a empresa esteja cadastrada naquele item especificado e esteja em situação regular, então é incluída no processo, caso contrário a empresa é excluída. O processo é dinâmico e as empresas devem ficar atentas ao

prazo que expira o cadastro, e assim atualizá-lo, como norma o cadastro dever ser atualizado periodicamente.

O problema surge neste ponto, devido à incerteza, pois após a pré-seleção de empresas pelo sistema, muitas vezes, não há convicção quanto as empresas que realmente devem ser convidadas para a licitação, uma vez que o banco de dados pode buscar até centenas de empresas cadastradas ao serviço. Este grande número de alternativas, em vez de melhorar o processo, o torna mais lento. Diante dessa situação, o uso de método de decisão multicritério pode tornar a seleção final de empresas mais eficiente, eliminando as empresas com pior classificação, com base em critérios predefinidos.

O banco de dados de cadastro de empresas foi desenvolvido com um sistema de seleção, em que os principais itens de ponderação são notas atribuídas às empresas para os seguintes critérios: Técnico, Econômico, Legal, SMS (Saúde, Meio ambiente e Segurança) e Gerencial. Critérios estes que estão de acordo com a cultura da organização.

A partir do momento em que tal empresa efetiva seu primeiro contrato com a organização, ela passa a ser avaliada também por meio de boletins de avaliação de desempenho em serviços, responsabilidade social, atendimento a prazos, entre outros quesitos dentro do próprio sistema organizacional. Com base nessas avaliações, as notas das empresas cadastradas podem ser alteradas em função do trabalho que desempenham para a companhia.

### 3.2. Pré-seleção das alternativas

Uma grande dificuldade enfrentada pela organização em estudo é que ao buscar um item de serviços para dar início a um processo de contratação, o banco de dados pode fornecer dezenas, e em alguns casos até centenas, de empresas aptas e com desempenho adequado para os serviços. A legislação aponta que são necessários pelo menos três orçamentos para a contratação de um serviço. Corporativamente é orientado que, para estimular maior competitividade e possibilidade de melhores condições para a organização, um número de concorrentes razoável, dentro da cultura/experiência da empresa em processos licitatórios estaria em torno de doze a quinze proponentes. Há gerências, no entanto, que trabalham com a hipótese de pelo menos trinta licitantes. Para este estudo específico, considerou-se como número razoável, de doze a quinze concorrentes (alternativas), que é a atual orientação corporativa para a companhia em estudo. Trata-se de um estudo de caso real, ainda que os dados da organização estudada não estejam detalhados, primeiro por não serem necessários para a realização do presente estudo, em segundo lugar para resguardar a confidencialidade da empresa.

Permanece a questão, o que fazer com as empresas listadas na filtragem? O que levará o profissional de contratação escolher a “Empresa A” em detrimento a “Empresa B”. Como garantir a lisura do processo?

Em um primeiro momento, é realizada uma pré-seleção das empresas cadastradas no banco de dados, objetivando identificar aquelas que devem ser convidadas para a licitação, uma vez que o banco de dados pode buscar até centenas de empresas aptas ao serviço. Este pré-seleção foi feita através de um filtro, sob um conjunto de critérios de filtragem:

- Filtro: o *status* de cadastramento, como função dos resultados de avaliação do fornecedor em cada um dos critérios de avaliação a empresa:
  - A – Aprovado
  - Q – Qualificado tecnicamente
  - R – Não recomendado
  - S – Suspenso
  - X – Cancelado.
- Critério Técnico — Visa avaliar a capacidade técnica da empresa para a produção de bens e/ou prestação de serviços, avaliando os recursos necessários para o bom desempenho dos bens a serem fornecidos e/ou dos serviços a serem executados.
- Critério Econômico — Busca evidências da solidez econômica, de forma a assegurar que a empresa possa dar continuidade e concluir fornecimentos e/ou os serviços. Os dados de

Balanco Patrimonial e de Demonstrações Financeiras geram indicadores para prever e monitorar o desempenho econômico.

- Critério Legal — Tem o objetivo de conhecer e acompanhar a regularidade das empresas no cumprimento de suas obrigações junto ao mercado, aos órgãos de governo e à sociedade. Além da análise documental, utiliza instrumentos que permitem o levantamento direto de informações sobre certidões e documentos emitidos por entidades fiscais possibilitando a atualização frequente dos indicadores de cumprimento da regularidade fiscal e tributária.
- Critério SMS (Saúde, Meio ambiente e Segurança) — Tem por objetivo conhecer o grau de implementação de questões de Saúde, Meio Ambiente e Segurança, valorizando e estimulando nos fornecedores as certificações segundo as normas ISO 14001 (*International Organization for Standardization*) e OHSAS (*Occupational Health and Safety Assessment Services*) 18001.
- Critério Gerencial — Tem o objetivo de conhecer a postura gerencial e de responsabilidade social das empresas, avaliando o compromisso com a qualidade e melhoria contínua, valorizando e estimulando a certificação segundo a norma ISO 9001 e alavancando, de forma explícita, o maior envolvimento de participação das empresas no contexto social.
- Localidade — define a região do país onde a empresa está sediada e baseia-se no cadastro dos dados básicos da empresa.

A tabela 1 apresenta os resultados do processo de filtragem aplicados para o problema específico em estudo: “seleção de empresa para prestação de serviços de Movimentação, Estocagem e Controle de Material”. Observe que foram utilizados três filtros: empresas com “status” igual a A e com desempenho superior ou igual a 4,5 nos critérios técnico e econômico. Observa-se que apenas 12 empresas (A a K, destacadas na cor “verde” na tabela) foram pré-selecionadas para convite. As demais, destacadas na cor “laranja” na tabela foram descartadas.

Tabela 1: Empresas pré-selecionadas para convite

Item de Fornecimento							
02.13 – Movimentação, Estocagem e Controle de Material							
Filtros							
Status	A						
Portal Técnico	4,5						
Portal Econômico	4,5						
	Status	Critério Técnico	Critério Econômico	Critério Legal	Critério SMS	Critério Gerencial	Localidade
Empresa A	A	6,0	9,2	10,0	1,4	1,7	RJ
Empresa B	A	6,1	9,2	10,0	1,4	1,6	RJ
Empresa C	A	5,7	7,1	10,0	4,2	2,1	MG
Empresa D	A	6,0	7,0	10,0	4,2	0,0	BA
Empresa E	A	8,3	6,3	10,0	9,3	4,5	SP
Empresa F	A	8,4	6,3	10,0	9,3	4,6	SP
Empresa G	A	6,3	4,6	10,0	4,9	0,0	RJ
Empresa H	A	5,3	9,0	10,0	8,0	6,3	SP
Empresa I	A	5,4	9,0	10,0	8,0	6,2	SP
Empresa J	A	4,7	9,7	10,0	2,2	0,0	RJ
Empresa K	A	7,0	5,3	10,0	1,9	0,1	RJ
Empresa L	A	8,0	5,3	10,0	2,0	0,0	RJ
Empresa M	A	4,0	5,8	10,0	5,3	2,4	PR
Empresa N	A	2,3	2,8	10,0	1,6	0,0	SP
Empresa O	A	5,0	3,0	10,0	6,9	0,0	ES
Empresa P	A	4,0	9,7	10,0	0,0	0,0	BA
Empresa Q	A	2,7	7,7	10,0	0,1	0,0	SP
Empresa R	A	3,0	8,4	10,0	2,4	0,0	RJ
Empresa S	A	4,3	6,5	10,0	1,0	0,0	RJ
Empresa T	A	7,0	4,3	10,0	4,1	2,5	RJ

Pode-se ainda filtrar diferentes critérios ao mesmo tempo, dependendo dos objetivos desejados com a contratação.

### 3.3. Ordenação das alternativas pelo ELECTRE II

O emprego do método ELECTRE II par ordenar as alternativas constantes da tabela 1, foi apoiado pelo sistema computacional Multicriteria Lab 1.0, sistema desenvolvido sob a coordenação do Prof. Helder Gomes Costa (UFF) no âmbito do Projeto “Análise Multicritério Aplicada a Sistemas de Ordenação, Classificação e Priorização”. Este sistema permite executar os algoritmos dos métodos ELECTRE, ELECTRE II, ELECTRE III, ELECTRE IV, ELECTRE TRI, PROMETHEE II e Borda.

As ordenações das alternativas foram feitas em dois contextos, sem atribuição de pesos aos critérios; e, com atribuição de pesos aos critérios. Em ambos os casos buscou-se a ordenação das alternativas pré-selecionadas (tabela 1) e o mesmo conjunto de critérios reportados nesta mesma tabela . A figura 1 ilustra uma tela apresentada pelo sistema Multicriteria Lab, na qual podem sem observado desempenhos das empresas prelecionadas sob o conjunto de critérios de avaliação.

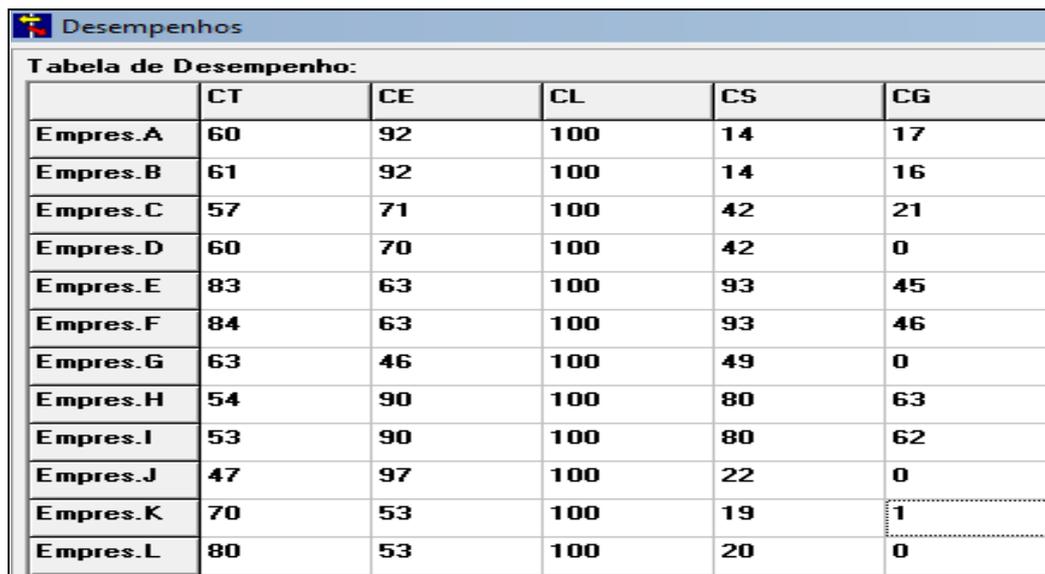


Tabela de Desempenho:					
	CT	CE	CL	CS	CG
Empres.A	60	92	100	14	17
Empres.B	61	92	100	14	16
Empres.C	57	71	100	42	21
Empres.D	60	70	100	42	0
Empres.E	83	63	100	93	45
Empres.F	84	63	100	93	46
Empres.G	63	46	100	49	0
Empres.H	54	90	100	80	63
Empres.I	53	90	100	80	62
Empres.J	47	97	100	22	0
Empres.K	70	53	100	19	1
Empres.L	80	53	100	20	0

Figura 1: Tela da Tabela de desempenho das alternativas nos critérios

### 3.3.1 Ordenação sem atribuição de pesos aos critérios.

A partir das premissas expostas acima, foram gerados alguns relatórios sobre os quais pode-se avaliar fatores relevantes sobre as ordenações alcançadas. Utilizando-se do ELECTRE II, parâmetros com mesmo valor (0,1) de concordância e discordância e ainda pesos idênticos (valor 1) para todos os critérios, chegou-se a ordenação final com o seguinte resultado:

Empresa F = Empresa H > Empresa E = Empresa I > Empresa C = Empresa L > Empresa A = Empresa B = Empresa J

O que se observa é um empate entre a sétima, oitava e nona empresa, desta forma não se conseguiu a seleção de apenas as oito primeiras empresas (o número de oito empresas foi proposto pelo cliente/decisor), como era o objetivo original.

### 3.3.2 Ordenação considerando os pesos dos critérios

Neste caso, foram atribuídos pesos para os critérios, de acordo com a importância dos mesmos. É necessário esclarecer que tais pesos foram atribuídos a partir da sensibilidade de contratadores de bens e serviços, bem como de atributos mais ou menos controláveis através de um contrato bilateral de prestação de serviços ou fornecimento de bens. Foi feito um brainstorming e um método Delphi entre os participantes para elicitar os valores dos pesos

Segundo SAATY (1991) e STEWART (1992), “para conferir pesos a critérios, devemos fazê-lo por comparação de importância, atribuindo o maior peso ao critério que julgamos mais importante. A análise comparativa deverá ser aos pares, e devemos identificar, segundo uma escala, a distância em importância entre um critério e outro e, assim, atribuir o peso devido.”

O peso mais alto foi atribuído ao critério CL (30), conforme pode ser observado na Figura 2, para uma empresa ser aceita no cadastro de fornecedores é necessário que esteja legalmente regular no mais amplo sentido, não só no que se refere a registros como em pagamentos de todos os tributos devidos, no entanto, o primeiro e mais importante critério para a empresa ser aceita como prestadora de bens/serviços. Uma vez cadastrada, as análises do contratador podem ser mais simplificadas.

Empresas com CRCC válidos não necessitam apresentar os documentos que comprovem as capacidades jurídico-fiscal, econômico-financeira, técnica, SMS e gerencial nas licitações para as quais estão qualificadas, conforme indica o site <http://cadastro.petrobras.com.br>.

O segundo critério enfatizado pelo peso foi o CT (25), também imprescindível para a aceitação do fornecedor e de grande importância para o sucesso do projeto, depois vem o CS (20), pois a implantação e disseminação das políticas de segurança, meio ambiente e saúde ocupacional, além de garantir a integridade do trabalhador, projetam a imagem da empresa contratante em nível nacional e internacional. Por fim os CE (15) e CG (10), por serem critérios um pouco mais administráveis pelo próprio contrato de prestação de serviços ou fornecimento, uma vez que existem garantias, seguros e avaliações periódicas, etc.

Tabela de Critério:			
Nº	Código	Peso	Descrição
1º	CT	25	Critério Técnico
2º	CE	15	Critério Econômico
3º	CL	30	Critério Legal
4º	CS	20	Critério SMS
5º	CG	10	Critério Gerencial
6º			

Figura 2: Tela de Critérios, com pesos.

Com o estabelecimento dos pesos, se chegou à ordenação final com o seguinte resultado:  
 Empresa F = Empresa H > Empresa B = Empresa E = Empresa I > Empresa A =  
 Empresa C = Empresa L

Neste caso se chegou ao resultado esperado da ordenação das oito melhores empresas. Um ponto importante observado foi que na primeira ordenação, com atribuição de mesmos pesos e no segundo exercício, onde foram atribuídos pesos diferenciados, houve a recorrência de 100% das empresas ordenadas com eliminação apenas da Empresa J, no segundo exercício, em decorrência dos novos parâmetros de subordinação. Mantiveram as mesmas posições a Empresa F e Empresa H, a Empresa E e Empresa I e também a Empresa C e Empresa L, as demais empresas tiveram suas posições alteradas.

Posteriormente, foi executada uma nova ordenação, desta vez atribuindo parâmetros diferenciados para concordância de discordância e relações de subordinação forte e fraca, com os seguintes valores de corte:  $c^+ = 0,9$ ,  $c^0 = 0,7$ ,  $c^- = 0,5$ ,  $d1 = 0,2$  e  $d2 = 0,1$ . Para a realização desta ordenação utilizou-se mais uma vez a ferramenta computacional Multicriteria Lab 1.0, que possibilitou a execução do algoritmo, permitindo ao decisor se concentrar exclusivamente na análise dos resultados:

Empresa F = Empresa H > Empresa B = Empresa E = Empresa I > Empresa A =  
Empresa C > Empresa L

O resultado alcançado com o uso dos parâmetros foi exatamente idêntico a ordenação anterior, com uma única diferença no que diz respeito à ordenação do conjunto onde a Empresa C e Empresa L, saíram de uma posição de igualdade para uma posição de subordinação, como pode ser observado na Figura 3.

Ordenação Direta:	Ordenação Inversa:	Ordenação Final:
1ª -> Empres.B	1ª -> Empres.H	1ª -> Empres.F
1ª -> Empres.F	1ª -> Empres.F	1ª -> Empres.H
1ª -> Empres.H	2ª -> Empres.I	2ª -> Empres.B
2ª -> Empres.A	2ª -> Empres.E	2ª -> Empres.E
2ª -> Empres.E	3ª -> Empres.C	2ª -> Empres.I
2ª -> Empres.I	3ª -> Empres.B	3ª -> Empres.A
3ª -> Empres.C	4ª -> Empres.L	3ª -> Empres.C
3ª -> Empres.G	4ª -> Empres.D	4ª -> Empres.L
3ª -> Empres.J	4ª -> Empres.A	5ª -> Empres.G
3ª -> Empres.L	5ª -> Empres.K	5ª -> Empres.J
4ª -> Empres.D	5ª -> Empres.J	5ª -> Empres.D
5ª -> Empres.K	5ª -> Empres.G	6ª -> Empres.K

Figura 3: Tela Ordenação ELECTRE II

#### 4. Análise de Sensibilidade

Partindo do princípio que o presente estudo é uma busca de meios para melhorar o sistema de seleção de empresas para processos licitatórios, resolveu-se fazer uma alteração nos limiares de concordância e discordância utilizados para o ELECTRE II para verificar o comportamento do resultado quanto a tais variações, já que no exercício anterior, com a atribuição de parâmetros, não houve alteração significativa na ordenação, levando a se inferir que talvez a utilização dos mesmos não fosse um fator crítico para o estudo.

As alterações foram as seguintes:  $c^+ = 0,85$ ,  $c^0 = 0,65$ ,  $c^- = 0,45$ ,  $d1 = 0,25$  e  $d2 = 0,15$ , como pode ser observado no Anexo V. Com esta nova realidade, o que se pode observar foi uma variação significativa na ordenação das empresas, chegando a aproximadamente 56% de modificação na ordenação obtida, fato este que nos induz a concluir que os limites de concordância e discordância são também parâmetros determinantes para o modelo e dependendo dos objetivos do decisor, podem auxiliar ainda mais na precisão dos dados obtidos.

Empresa F = Empresa H > Empresa E = Empresa I > Empresa B > Empresa C >  
Empresa A > Empresa L = Empresa D

Outras ordenações foram realizados, com novas alterações dos parâmetros, os quais não foram citados por não agregaram maior valor e/ou informação ao estudo. Estas ordenações foram feitas para melhor entender o impacto das alterações dos parâmetros nas ordenações.

Pelo fato de ser um método de subordinação o ELECTRE II permite obter a ordenação das empresas para processos licitatórios de forma mais equilibrada, agregando maior valor aos resultados alcançados pelo sistema original, confirmando a tese que reforça a necessidade de

desenvolvimento de instrumentos científicos para tratar de ordenações que envolvam julgamentos de valor ou avaliações subjetivas.

Segundo Costa (2002), "uma das principais e das mais atraentes características das metodologias de auxílio multicritério a decisão – ADM – é que as mesmas reconhecem a subjetividade como inerente aos problemas de decisão e utilizam julgamento de valor como forma de tratá-las cientificamente."

Tabela 2: Comparativo dos resultados alcançados

	<b>ELECTRE II com pesos iguais</b>	<b>ELECTRE II com pesos diferenciados</b>	<b>ELECTRE II com parâmetros</b>	<b>ELECTRE II análise de sensibilidade</b>
1º	F = H	F = H	F = H	F = H
2º	E = I	B = E = I	B = E = I	E = I
3º	C = L	A = C = L	A = C	B
4º	A = B = J		L	C
5º				A
6º				L = D

Com o comparativo dos resultados alcançados nos estudos desta monografia, conforme visto na Tabela 2 pode-se observar que em todas as simulações a Empresa F e a Empresa H são dominantes, o que dá uma enorme segurança ao decisor na hora da escolha. A Empresa E e a Empresa I são as alternativas que se seguem em preferência em todas as simulações, para os demais casos houve variação na ordenação.

Verifica-se que estas quatro alternativas, F, H, E, e I, obedecem a regra:

Possuem simultaneamente classificação  $\geq 80$  no critério CS e classificação  $\geq 45$  no critério CG.

A dedução desta regra permite acelerar o processo de eliminação de alternativas para o processo decisório.

A Empresa J no primeiro quadro e a Empresa D no último aparecem apenas nos exercícios mencionados, igualando-se as últimas colocadas, sendo, em ambos os casos a nona e última empresa ordenada, de forma que seriam eliminadas de qualquer forma, visto que o objetivo da simulação é escolher as oito empresas primeiras colocadas.

As ordenações realizadas neste trabalho mostraram claramente o quanto os métodos de apoio a decisão são capazes de agregar valor para este tipo de problemática fazendo com que o profissional da área adquira uma visão diferenciada em sua categoria e possa dar tratamento menos empírico e mais científico ao seu trabalho.

"Uma das características importantes a ser salientada nos métodos de apoio a decisão é que eles não têm a proposta de trocar o decisor por um algoritmo que o substitua, mas sim um método que dê ao decisor mais segurança em suas decisões." (Caiado, Costa e Costa, 2006, p.16).

## 5. Considerações finais

Em um ambiente em que os processos decisórios são cotidianos e fazem parte de um grande número das atividades desenvolvidas pela organização é natural que seja buscado o aperfeiçoamento das técnicas utilizadas não só no que tange a própria atividade com o objetivo alcançar a melhoria contínua, confiabilidade e garantia da qualidade, mas principalmente alinhada a Visão e Missão da organização na procura do atendimento a metas cada vez mais desafiadoras.

No caso específico da atividade em estudo — seleção de empresas para licitação — cabe ressaltar três pontos relevantes na procura pela excelência dos serviços prestados:

- A aplicação de metodologia que tem como princípio inferir o mínimo possível no resultado, focando sua atuação no processo de ordenação em si;
- A lisura do processo;
- A substituição de métodos empíricos de seleção por um método científico.

O método empregado mostrou-se factível, por meio da utilização de uma técnica de ordenação baseado em um algoritmo de subordinação. O referido processo classifica em uma posição superior a alternativa que obtiver o melhor desempenho em um maior número de critérios.

Os resultados alcançados são específicos ao caso em estudo, uma vez que se trata de uma modelagem matemática para a qual foram definidos critérios, alternativas, pesos e avaliações características e exclusivas.

O emprego da metodologia estudada pode auxiliar organizações em geral nas suas atividades cotidianas. Para a organização em análise concluiu-se que a aplicação da metodologia poderá melhorar os resultados dos processos estudados. Através do compartilhamento de boas práticas dentro da empresa será possível também estender a metodologia para as demais áreas de serviços, bem como identificar possíveis deficiências em seus processos, buscando resultados diretos quanto à qualidade dos serviços prestados.

O uso da Metodologia na empresa suscitou a proposta de utilização da mesma em outros processos.

## 6 -Referências

Almeida, A. T. (2007), Multicriteria decision model for outsourcing contracts selection based on utility function and ELECTRE method, *Computers and Operations Research*, 34, 3569-3574.

Bana e Costa, C.,A. (1990). *Readings in Multiple Criteria Decision Aid*, Springer-Verlag.

Caiado, J. R. C.; Costa, J. A. B.; Costa, H. G. (2006), Avaliação de Equinos “Mangalarga Marchador”: uma análise multicritério pelo Método ELECTRE II. *Revista Pesquisa e Desenvolvimento Engenharia de Produção*, 5, 01-17.

Chaves, M. C. de C.; Gomes Júnior, S. F.; Pereira, E. R.; Mello, J. C. C. B. (2010), Utilização do Método ELECTRE II para avaliação de pilotos no campeonato de Fórmula I. In *Produção*, 20, 1, 102 – 113.

Costa, H. G., (2002) *Introdução ao método de análise hierárquica: análise multicritério no auxílio à decisão*, Ed. Niterói, Rio de Janeiro.

COSTA, Helder Gomes, Auxilio Multicritério a decisão. Niterói, RJ: Universidade Federal Fluminense. Disponível em <<http://www.professores.uff.br/helder/index.html>>. Acesso em 19/01/2011.

Costa, H.G.; Mansur, A.F.U.; Freitas, A.L.P. & Carvalho, R.A. (2007). ELECTRE TRI aplicado a avaliação da satisfação de consumidores. *Produção*, 17(2), 230-245.

Gomes, C, F. S.; Maia, A. C. C (2012). Biomassa Como Alternativa Para O Fornecimento De Energia. PODES, PESQUISA OPERACIONAL PARA O DESENVOLVIMENTO v.4, n.1, p. 65-82.

Gomes, L. F. A. M., Araya, M.C.G. e Carigano, C., *Tomada de Decisões em Cenários Complexos*, Thompson, São Paulo, 2004.

Gomes, L. F. A. M., *Teoria da Decisão*, Ed. Thompson, São Paulo, 2007.

Gomes, L. F. A. M., Gomes, C. F. S., *Tomada de decisão gerencial: enfoque multicritério*, 4<sup>o</sup> ed. rev. e ampliada, São Paulo, Ed, Atlas, 2012.

Gomes Júnior, S.F.;Chaves, M.C.C, Lacerda, F. G.;Soares de Mello, J.C.C.B., Santa'anna, A.P uso de métodos baseado em DEA e multicritério para avaliação de resultados em competições esportivas: o caso dos jogos pan-americanos de 2007. (2011) PODES, PESQUISA OPERACIONAL PARA O DESENVOLVIMENTO v.3, n.3, p. 173-185.

Miranda, C. M. G., Almeida, A. T. (2004), Visão Multicritério da Avaliação de Programas de Pós-Graduação pela CAPES, *Revista Gestão & Produção*, 11, 1, 51-64..

“Procedimentos para Cadastro de Fornecedores”. Disponível e<<http://cadastro.petrobras.com.br>>. Vários acessos.

Roy, B. e Bertier, P. M., *La méthode ELECTRE II: Une methode de classement en presence de criteres multiples*. SEMA (Metra International), Note de Travail 142, 1971.

Roy, B. , Bertier, P. M. (1973), La methode ELECTRE II: Une application au média-planning. In Ross, M. (Ed.) OR'72, North-Holland Publishing Company, 291-302.

Roy, B., Bouyssou, D., *Aide multicritère à la décision: méthodes et cas*. Paris: Economica, 1993.

Saaty, T. L., *Método de Análise Hierárquica*, Makrom Books, São Paulo, 1991.

Salomon, V. A. P., Marins, F. Duduch, Marco (2009), Tomada De Decisões Múltiplas Aplicada À Seleção De Fornecedores De Equipamentos De Uma Linha De Montagem Em Uma Fábrica De Autopeças. PODES. Pesquisa Operacional para o Desenvolvimento – v. 1. – n. 3 – pp. 208-217.

Schärlig, A., *Décider sur Plusieurs Critères Panorama de l' Aide à la Décision*. Lausanne: Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, 1990.

Stewart, T.J. (1992), A critical survey on the status of multiple criteria decision making theory and practice, *Omega International Journal of Management Science*, 20, 5/6, 569-586.

Tramarico , C. L.; Salomon, V. A. P.; Marins, F. A. S. Marins (2012). Modelagem com AHP e BOCR para a seleção de prestadores de serviços logísticos , PODES - Pesquisa Operacional Para O Desenvolvimento v.4, n.2, p. 139-159.

Vincke, P., *Multicriteria Decision-Aid*. John Wiley & Sons Ltd., New York, 1992.

Wei, Y., *ELECTRE TRI: aspects méthodologiques et manuel d'utilisation*, Document du LAMSADE, Université Paris-Dauphine, n. 74, 1992.