



**Isaias de Oliveira Barbosa Júnior**

**Avaliação de Fornecedores do Setor Mineral do Estado do Pará: Uma Abordagem voltada à Definição de Critérios para a Melhoria da Qualidade e do Desempenho de Fornecedores**

**Dissertação de Mestrado**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção do Departamento de Engenharia Industrial da PUC-Rio como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Nélio Domingues Pizzolato  
Co-Orientador: Prof. André Cristiano Silva Melo

Rio de Janeiro  
Junho de 2013



**Isaias de Oliveira Barbosa Júnior**

**Avaliação de Fornecedores do Setor Mineral do Estado do Pará: Uma Abordagem voltada à Definição de Critérios para a Melhoria da Qualidade e do Desempenho de Fornecedores**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da PUC-Rio. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinada.

**Prof. Nélio Domingues Pizzolato**

Orientador

Departamento de Engenharia Industrial – PUC-Rio

**Prof. André Cristiano Silva Melo**

Co-orientador

Departamento de Engenharia - UEPA

**Prof. Adriana Leiras**

Departamento de Engenharia Industrial – PUC-Rio

**Prof. Virgílio José Martins Ferreira Filho**

Departamento de Engenharia Industrial – UFRJ

**Prof. José Eugenio Leal**

Coordenador Setorial do Centro Técnico Científico – PUC-Rio

Rio de Janeiro, 17 de Junho de 2013

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem autorização da universidade, do autor e do orientador.

### **Isaias de Oliveira Barbosa Júnior**

Graduou-se em Engenharia de Produção pela Universidade da Amazônia, em Belém – PA. Durante a graduação, estagiou no setor de serviços, representado pela empresa Centrais Elétricas do Norte do Brasil - ELETRONORTE, em Indústrias como OYAMOTA e COMPAR, no setor de comércio, atuou no Supermercado CIDADE, além de participar como pesquisador do IDESP-PA. Depois de graduado, ingressou no Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção do Departamento de Engenharia Industrial da PUC-Rio para obtenção do título de Mestre.

Barbosa Júnior, Isaias de Oliveira

Avaliação de fornecedores do setor mineral do estado do Pará: uma abordagem voltada à definição de critérios para a melhoria da qualidade e do desempenho de fornecedores / Isaias de Oliveira Barbosa Júnior ; orientador: Nélio Domingues Pizzolato ; coorientador: André Cristiano Silva Melo. – 2013.

109 f. : il. (color.) ; 30 cm

Dissertação (mestrado)–Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Industrial, 2013.

Inclui bibliografia

1. Engenharia Industrial – Teses. 2. Avaliação de fornecedores. 3. Análise multicritério. 4. AHP. 5. Mineradora. 6. Estado do Pará. I. Pizzolato, Nélio Domingues. II. Melo, André Cristiano Silva. III. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Engenharia Industrial. IV. Título.

CDD: 658.5

“O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas admiráveis.”

JOSÉ DE ALENCAR

## **Agradecimentos**

Primeiramente agradecer a Deus por todas as coisas maravilhosas que ele tem feito na minha vida, em especial por ter me ajudado a concluir mais esta etapa. Agradeço também a Nossa Senhora de Nazaré por estar sempre me cobrindo com seu manto misericordioso, auxiliando-me e guiando os meus passos.

Aos meus pais, Isaias Barbosa e Tânia Barbosa, pelo apoio incondicional, confiança e amor depositado. Estas palavras não conseguem expressar minha imensa gratidão a vocês. Obrigado por estarem sempre presentes, servindo como meu porto seguro e não medirem esforços para a obtenção desta conquista.

Às minhas irmãs, Juliana e Juliane, pelo companheirismo, amizade e fraternidade. Agradeço a vocês pela paciência nas horas mais estressantes, por terem me ajudado a superar os obstáculos encontrados ao longo desta caminhada.

Agradeço a minha esposa Natalia Carolina, que nesses últimos dois anos sempre acreditou nesta vitória e fez todas as coisas possíveis para que este sonho se concretizasse, com amor, paciência e companheirismo.

Agradeço a minha família que reside no Rio de Janeiro, minhas tias Cristina e Rosilene, meu tio Aluísio, primas Paola, Mayara, Suelen e Márcio. Em especial, agradeço a minha tia Rosemary Barbosa e meu tio Euclides Torres, obrigado por todo apoio, amor e compreensão que dispenderam na cidade maravilhosa. Vocês foram fundamentais para a conclusão desta etapa, saibam que serei eternamente grato a todos vocês.

Aos meus professores e orientadores Nélio Pizzolato e André Melo, o meu muito obrigado pelos conhecimentos repassados, pela confiança depositada e pelos conselhos quantos aos caminhos a trilhar. Com certeza criamos nesses anos um grandes laços de amizade, e espero que se prolongue por muito mais tempo. Ao PDF (Programa de Desenvolvimento de Fornecedores do Estado do Pará), o meu muito obrigado, vocês contribuíram muito para a realização desta pesquisa.

Agradeço a CAPES, pelos auxílios financeiros concedidos.

## Resumo

Barbosa Júnior, Isaias de Oliveira; Pizzolato, Nelio Domingues; Melo, André Cristiano Silva. **Avaliação de Fornecedores do Setor Mineral do Estado do Pará: Uma Abordagem voltada à Definição de Critérios para a Melhoria da Qualidade e do Desempenho de Fornecedores.** Rio de Janeiro, 2013. 109 p. Dissertação de Mestrado – Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Para que as empresas, que desenvolvem os grandes projetos do setor mineral no Pará, possam se manter com o seu abastecimento contínuo e com qualidade, faz-se necessário que seus fornecedores entendam claramente quais as suas reais necessidades, considerando seus contextos de operação no estado. Para isso, as empresas do setor mineral, atuantes no estado, devem adotar critérios e subcritérios que sejam capazes de não só avaliar de forma consistente o nível de serviço prestado em cada fornecimento, mas também de identificar quais fornecedores estão, e continuam se mantendo, aptos a prestar um fornecimento de qualidade, disponibilizando ainda, aos fornecedores locais, informações primordiais para oportunizar iniciativas destes quanto à melhoria de desempenho em suas atividades. De acordo com esta realidade, esta pesquisa tem como objetivo propor a Análise Multicritérios, no caso o AHP, como um método para definir um conjunto consistente de critérios e subcritérios capazes de avaliar os fornecedores de empresas de mineração do Estado do Pará, oferecendo ainda um mecanismo de análise para tomada de decisão referente à avaliação, à seleção e ao desenvolvimento destes fornecedores. Este modelo se dará a partir da construção de uma árvore de critérios que represente as necessidades de fornecimento do setor mineral no Estado do Pará. Tal método pode ser aplicado em forma de questionário manual ou com a ajuda de *softwares* especializados, como o *Expert Choice*, podendo ser utilizado o modelo mais geral ou com a flexibilidade de se adequar as peculiaridades de cada empresa que o adotará.

## Palavras-chave

Avaliação de Fornecedores; Análise Multicritério; AHP; Mineradoras; Estado do Pará.

## Abstract

Barbosa Júnior, Isaias de Oliveira; Pizzolato, Nelio Domingues (Advisor); Melo, André Cristiano Silva (Co-advisor). **Supplier Evaluation of Mineral Industry of the State of Pará: An Approach focused on Definition of Criteria for Quality Improvement and Supplier Performance.** Rio de Janeiro, 2013. 109 p. MSc. Dissertation – Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

For companies that develop major projects in the mining sector in Pará, to continue with its continuous supply and quality, it is necessary that suppliers clearly understand their real needs, considering their contexts of operation in the state. For this, the mineral sector companies that, operate in the state must adopt criteria and sub-criteria that are not only able to consistently evaluate the level of service at each delivery, but also to identify which suppliers are, and shall continue to be, able to provide a supply of quality, providing further local suppliers, creating opportunity for critical information such as initiatives to improve performance in their activities. According to this reality, this research aims to propose a Multicriteria Analysis, where the AHP is as a method to define a consistent set of criteria and sub-criteria to evaluate suppliers capable of supporting mining companies in the state of Pará, offering yet an analysis mechanism for making decisions regarding evaluation, selection and development of suppliers. This model will be based on the construction of a tree of criteria that represent the needs of supply of the mineral sector in the State of Pará This method can be applied in the form of questionnaire to be filled manually or with the help of a specialized software such as Expert Choice, which can be used on the more general model with the flexibility to suit the peculiarities of each company that might consider its adoption..

## Keywords

Supplier Evaluation; Multicriteria Analysis; AHP; Miners; State of Pará.

## Sumário

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
1.1.OBJETIVO GERAL.....	16
1.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
1.3.JUSTIFICATIVA.....	16
1.4.ESCOPO DA PESQUISA.....	20
1.5.ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO.....	20
<b>2.REVISÃO DA LITERATURA .....</b>	<b>21</b>
2.1.LOGÍSTICA E GERENCIAMENTO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS – GCS.....	21
2.1.1. <i>Logística</i> .....	21
2.1.2. <i>Cadeia Produtiva</i> .....	22
2.1.3. <i>Gerenciamento de Cadeia de Suprimentos – GCS</i> .....	24
2.2.AVALIAÇÃO DE FORNECEDORES.....	25
2.2.1. <i>Indicadores de Desempenho</i> .....	28
2.3.ANÁLISE MULTICRITÉRIO À DECISÃO (AMD).....	29
2.3.1. <i>Escola Americana</i> .....	32
2.3.2. <i>Escola Francesa</i> .....	37
<b>3.PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....</b>	<b>44</b>
3.1.CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO.....	44
3.2.DESENHO DA PESQUISA.....	45
3.3.DEFINIÇÃO DA AMOSTRA.....	46
3.4.ELEMENTOS DE ANÁLISE.....	47
3.5.COLETA DE DADOS.....	52
3.6.ANÁLISE DOS DADOS.....	54
3.7.DELIMITAÇÕES DO ESTUDO.....	54
<b>4.ESTUDO MULTI CASOS.....</b>	<b>55</b>
4.1.REPRESENTANTES DO SETOR MINERAL NO ESTADO DO PARÁ.....	55
4.1.1. <i>ALCOA</i> .....	55
4.1.2. <i>DOW CORNING</i> .....	56
4.1.3. <i>VOTORANTIM CIMENTOS</i> .....	58
4.1.4. <i>HYDRO</i> .....	59
4.1.5. <i>MINERAÇÃO RIO DO NORTE -MRN</i> .....	60
4.1.6. <i>COLOSSUS</i> .....	61
4.1.7. <i>VALE</i> .....	62
4.2.ANÁLISE DE DADOS.....	63
4.2.1. <i>Empresa A</i> .....	63
4.2.2. <i>Empresa B</i> .....	68
4.2.3. <i>Empresa C</i> .....	72
4.2.4. <i>Empresa D</i> .....	75
4.3.SÍNTESE DOS RESULTADOS.....	79
4.4.PROPOSIÇÃO DA ÁRVORE PARA O SETOR MINERAL.....	82
4.5.VALIDAÇÃO DA METODOLOGIA COM A AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DE FORNECEDORES COM A EMPRESA.....	83
<b>5.CAPÍTULO - CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>86</b>
5.1.PROPOSTAS ADICIONAIS DE PESQUISA.....	89

<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>90</b>
<b>APÊNDICE .....</b>	<b>94</b>

## Lista de Tabelas

Tabela 1: Situações Fundamentais quando se comparam duas alternativas.....	39
Tabela 2: Cinco situações de combinação de preferência .....	40
Tabela 3: Versões dos métodos da Família Electre .....	40

## Lista de Figuras

Figura 1: A indústria da mineração no Brasil e a sua importância na balança comercial. ....	14
Figura 2: Principais investimentos do setor mineral por Estado. ....	15
Figura 3: Evolução da produção mineral no Brasil e a participação do Pará. ....	17
Figura 4: Exportação do Estado do Pará. ....	18
Figura 5: Principais investimentos do setor mineral no Estado do Pará. ....	18
Figura 6: Arborecência para avaliação de fornecedores. ....	47
Figura 7: Arborecência para avaliação de fornecedores exemplo. ....	48
Figura 8: Fórmulas para os cálculos de normalização e do vetor. ....	49
Figura 9: Medição da consistência da matriz de decisão. ....	50
Figura 10: Índice de aleatoriedade tabelado. ....	50
Figura 11: Árvore hierárquica da Empresa A. ....	64
Figura 12: Árvore hierárquica da Empresa A. ....	65
Figura 13: Ponderação de pesos para os critérios da Empresa A. ....	65
Figura 14: Ponderação de pesos para os subcritérios (Comercial) da Empresa A. ....	66
Figura 15: Ponderação de pesos para os subcritérios (Logísticos) da Empresa A. ....	66
Figura 16: Ponderação de pesos para os subcritérios (Tecnológicos) da Empresa A. ....	66
Figura 17: Ponderação de pesos para os subcritérios (Qualidade) da Empresa A. ....	67
Figura 18: Ponderação de pesos para os subcritérios (Saúde, Segurança e Meio Ambiente) da Empresa A. ....	68
Figura 19: Árvore hierárquica da Empresa B. ....	68
Figura 20: Árvore hierárquica da Empresa B. ....	69
Figura 21: Ponderação de pesos para os critérios da Empresa B. ....	69
Figura 22: Ponderação de pesos para os subcritérios (Comercial) da Empresa B. ....	70
Figura 23: Ponderação de pesos para os subcritérios (Logístico) da Empresa B. ....	70
Figura 24: Ponderação de pesos para os subcritérios (Tecnológicos) da Empresa B. ....	70
Figura 25: Ponderação de pesos para os subcritérios (Qualidade) da Empresa B. ....	71
Figura 26: Ponderação de pesos para os subcritérios (Suporte) da Empresa B. ....	71
Figura 27: Ponderação de pesos para os subcritérios (Responsabilidade Social) da Empresa B. ....	71
Figura 28: Árvore hierárquica da Empresa C. ....	73
Figura 29: Árvore hierárquica da Empresa C. ....	73
Figura 30: Ponderação de pesos para os critérios da Empresa C. ....	74
Figura 31: Ponderação de pesos para os subcritérios (Comercial) da Empresa C. ....	74
Figura 32: Ponderação de pesos para os subcritérios (Logísticos) da Empresa C. ....	75
Figura 33: Ponderação de pesos para os subcritérios (Tecnologia) da Empresa C. ....	75

Figura 34: Ponderação de pesos para os subcritérios (Qualidade) da Empresa C. ....	75
Figura 35: Árvore hierárquica da Empresa D. ....	76
Figura 36: Árvore hierárquica da Empresa D. ....	77
Figura 37: Ponderação de pesos para os critérios da Empresa D. ....	77
Figura 38: Ponderação de pesos para os subcritérios (Técnico) da Empresa D. ....	78
Figura 39: Ponderação de pesos para os subcritérios (Saúde e Segurança) da Empresa D. ....	78
Figura 40: Ponderação de pesos para os subcritérios (Meio Ambiente) da Empresa D. ....	78
Figura 41: Ponderação de pesos para os subcritérios (Documentação) da Empresa D. ....	79
Figura 42: Ponderação de pesos para os subcritérios (Plano de Ação) da Empresa D. ....	79
Figura 43: Árvore hierárquica para desempenho de fornecedores do setor mineral no Estado do Pará. ....	82
Figura 44: Avaliação de Fornecedores da Empresa D. ....	84
Figura 45: Árvore hierárquica para o setor mineral. ....	85

# 1

## Introdução

Com a evolução dos processos produtivos e ampla oferta de recursos para o atendimento às necessidades dos consumidores, as organizações buscam se aperfeiçoar cada vez mais, otimizando seus processos, investindo em novas tecnologias e inovações, atendendo melhor aos seus clientes.

Como resultado de um elevado nível de serviço prestado, as organizações tendem a crescer e se desenvolver exponencialmente, por meio da fidelização de seus clientes que se agrupam em nichos, progressivamente mais expressivos e exigentes. Com uma visão sistêmica do processo, as organizações reconhecem a necessidade de uma boa integração de sua cadeia de suprimento, como uma condição fundamental ao alcance de seus objetivos, sendo de extrema importância o estreitamento das relações comerciais.

Para que as empresas possam se manter com o abastecimento contínuo e de qualidade, faz-se necessário o conhecimento sobre seus fornecedores, adotando métodos que avaliem e informem o nível de serviço prestado de cada um, possibilitando, deste modo, a identificação e o acompanhamento de pontos de melhoria, bem como a identificação dos fornecedores mais aptos a prestar um fornecimento de qualidade.

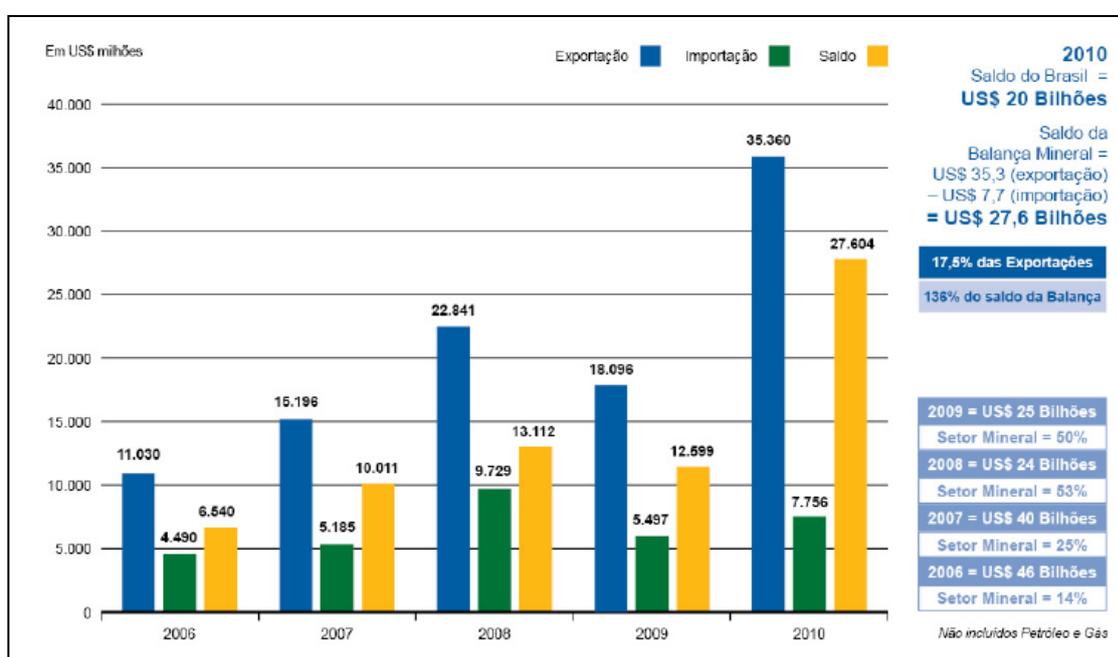
Um dos métodos mais difundidos de avaliação de fornecedores é o AHP (Análise Hierárquica de Processos) que, com base nos principais critérios considerados pelo setor de suprimentos, define quais os fornecedores atendem com melhor desempenho. Como subproduto desta análise, têm-se um *ranking* dos fornecedores. Tal método pode ser aplicado em forma de questionário manual ou com a ajuda de *softwares* especializados, como o *Expert Choice*. Este *software* apresenta uma interface amigável e pode ser facilmente manuseado.

Bastante representativo para a economia brasileira, e principalmente para a economia do Estado do Pará, o setor de mineração investe constantemente na melhoria de seu processo, devido ao elevado crescimento da demanda mundial (IBRAM, 2011b).

Segundo o Instituto Brasileiro de Mineração - IBRAM, a produção mineral brasileira continuará crescendo entre 10% e 15% ao ano nos próximos três anos (2013-

2015). Ainda segundo esta fonte, no ano de 2011, o total de mão de obra empregada na mineração alcançou 165 mil trabalhadores (IBRAM, 2011b).

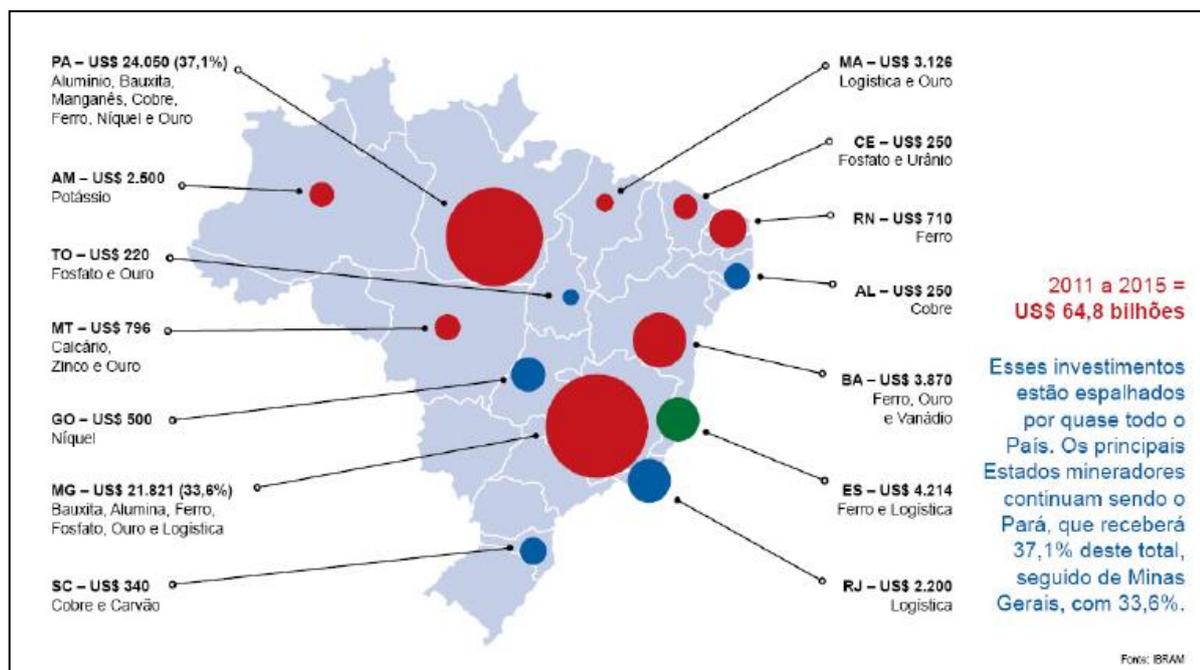
A Figura 1 destaca a participação da indústria da mineração no fluxo de comércio exterior do Brasil, o qual apresentou um saldo positivo da US\$ 20 bilhões no ano de 2010. A Figura mostra, para cada ano do período 2006 a 2010, os valores exportados, os valores importados e o saldo gerado para a balança comercial. Vale ressaltar que tal indústria é composta principalmente de *commodities* e, com os investimentos em pesquisa capazes de propiciar sua verticalização, tende a crescer e gerar saldos ainda maiores.



Fonte: IBRAM, 2011b.

Figura 1: A indústria da mineração no Brasil e a sua importância na balança comercial.

Em retribuição aos danos ambientais, reconhecidamente causados pelo setor mineral, os investimentos são bastante elevados, tanto para o desenvolvimento da região que está sendo explorada, quanto para a melhoria de seus processos, com novos métodos e uso de tecnologias. A Figura 2 apresenta os investimentos do setor mineral por estado brasileiro.



Fonte: IBRAM, 2011a.

Figura 2: Principais investimentos do setor mineral por Estado.

Colocando-se em primeiro lugar no *ranking* das exportações do Pará, o setor de mineração é de extrema importância para o desenvolvimento da região (MIDIC, 2012). Como o volume de sua produção envolve bilhões de reais e milhões de toneladas, todas as pesquisas que agreguem mais valor ao seu processo produtivo, ganham grandes proporções e possibilitam rendimentos em larga escala.

Com o intuito de propor um modelo de metodologia de avaliação de fornecedores, foi realizado um estudo no setor de mineração e este sendo representado pelas 7 maiores indústrias localizadas no Estado do Pará.

No contexto apresentado pelo setor, buscou-se responder quais os critérios e subcritérios mais importantes para a avaliação de desempenho dos fornecedores, considerados pelo setor de suprimento, obtendo assim um modelo que se adéque facilmente às empresas, com uma flexibilidade de contemplar peculiaridades de casos considerados mais importantes em algumas destas.

## 1.1.

### Objetivo Geral

Propor um modelo de análise multicritério como um método para avaliar fornecedores do setor de mineração do Estado do Pará, de modo a identificar os que mais se adequam às suas necessidades, oferecendo um mecanismo de análise para tomada de decisão referente à seleção destes fornecedores.

## 1.2.

### Objetivos Específicos

- Levantar os principais métodos de avaliação de fornecedores estudados na literatura;
- Mapear as empresas mineradoras existentes na região do Estado do Pará;
- Definir e classificar os insumos críticos referentes aos processos produtivos mapeados;
- Identificar os principais critérios e subcritérios de avaliação a serem considerados, levando-se em conta o nível de atendimento às principais demandas;
- Definir com base nos critérios e subcritérios enumerados uma árvore de avaliação para o setor;
- Analisar o cenário atual de avaliações de fornecedores e propor melhorias que auxiliem a tomada de decisão referente a avaliação de fornecedores.

## 1.3.

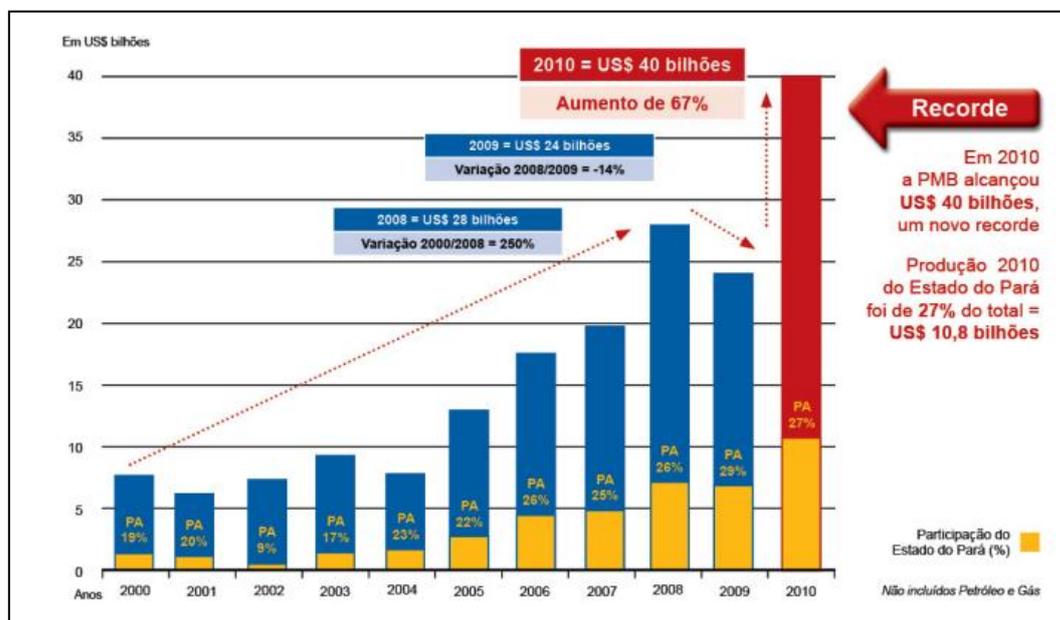
### Justificativa

A presente pesquisa foi aplicada no setor mineral e, como este setor é de extrema importância para a economia do Estado do Pará, torna-se muito relevante a realização de pesquisas que forneçam perspectivas de melhorias de processos, proporcionando benefícios em larga escala para as empresas e para a região.

De acordo com o IBRAM (2011b, p. 14),

O Brasil é o segundo maior produtor de Minério de Ferro, conforme a Conferência das Nações Unidas para o Comércio e o Desenvolvimento (Unctad). Sua produção em 2010 foi de 372 milhões de toneladas, o que equivale a 15% do total mundial (2,4 bilhões de toneladas), ficando atrás apenas da Austrália.

Com esta informação, constata-se a grande importância que o setor representa no cenário mundial. O referido instituto ainda cita que as maiores empresas produtoras no Brasil são: VALE (81,7%), SAMARCO (6,6%) CSN (2,9%), MMX (1,03%), NAMISA (0,9%) e outros (6,8%). Os principais estados produtores em 2010 são: Minas Gerais (67%), Pará (27,%) e outros (3,7%), como mostra a Figura 3.



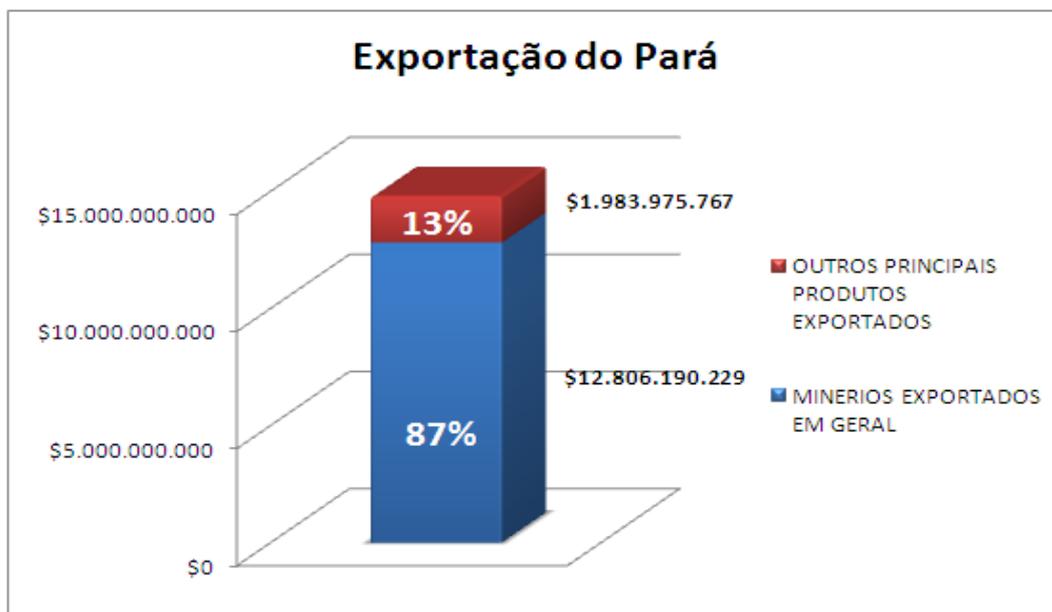
Fonte: IBRAM, 2011 a.

Figura 3: Evolução da produção mineral no Brasil e a participação do Pará.

Pesquisas ainda apontam que o Estado do Pará apresenta um grande potencial para a extração do minério de ferro, devido ao alto teor encontrado no minério Hematita (60% de ferro), sendo este percentual o maior do Brasil, o que oferece ao país grande destaque no cenário mundial (IBRAM, 2011).

Estima-se que a indústria extrativa e a de transformação mineral representem mais de 15% do PIB paraense (SIMINERAL, 2012) e, quando se trata de exportações, segundo o Ministério de Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC, 2012), somente as atividades relacionadas às exportações de minérios representam cerca

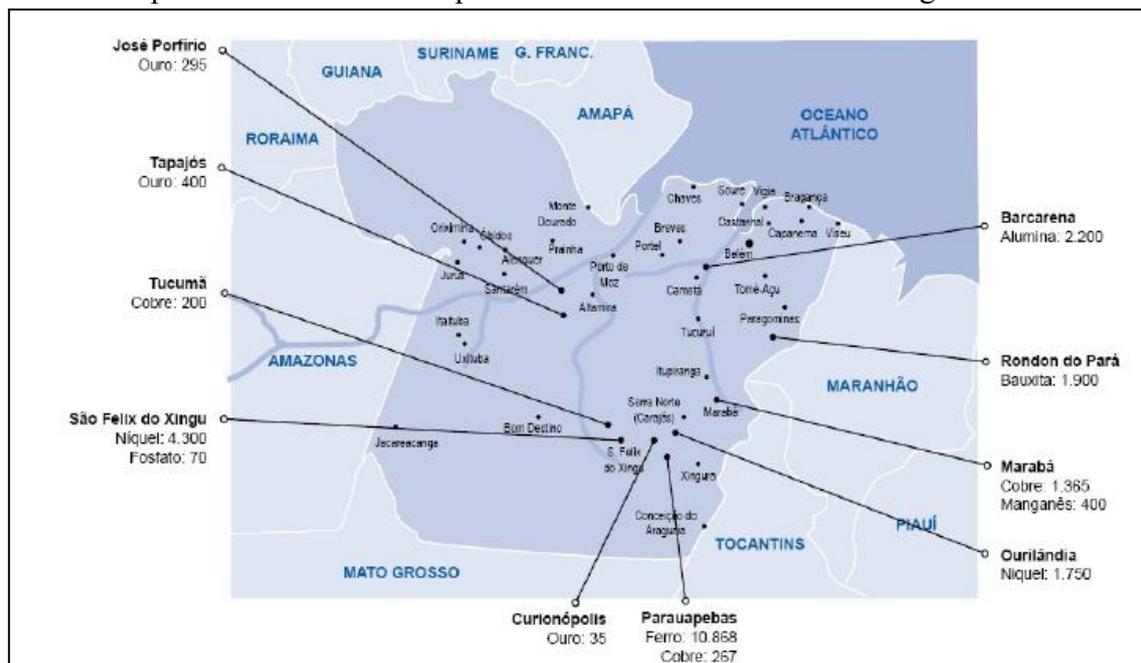
de 87% (Figura 4) da receita de exportação do estado, sendo o principal setor a contribuir para o superávit paraense na relação comercial com outros países.



Fonte: (MDIC, 2012).

Figura 4: Exportação do Estado do Pará.

O Estado do Pará é composto por vários polos produtivos no setor mineral, a Figura 5 identifica tais lugares e o valor investido pelo setor. Esses investimentos são bastante expressivos e contribuem para o desenvolvimento de toda a região.



Fonte: IBRAM 2011 a.

Figura 5: Principais investimentos do setor mineral no Estado do Pará.

O presente projeto foi aplicado no setor mineral localizado no Estado do Pará, e, em função da sua importância no contexto regional, explica-se o valor deste estudo, de forma a contribuir para redução de seus custos e aprimoramento de seus processos, obtendo como subproduto o desenvolvimento da região.

De acordo com o IBRAM (2011b, p. 6), “Mesmo distante dos grandes centros urbanos ou em áreas onde se concentram bolsões de pobreza, a presença de um empreendimento mineral é fator concreto de estímulo ao desenvolvimento sustentável dessas localidades”. O Quadro 1 destaca alguns exemplos de municípios que desenvolvem atividades de mineração no Brasil, associados aos seus Índices de Desenvolvimento Humano (IDH) em relação aos IDH dos estados que os contem.

Quadro 1: IDH dos municípios mineradores.

EXEMPLOS DE MUNICÍPIOS MINERADORES E SEUS RESPECTIVOS IDH EM COMPARAÇÃO AO IDH DO ESTADO			
Município - UF	Mineral	IDH Estado	IDH Município
Itabira - MG	Ferro	0.766	0.798
Araxá - MG	Nióbio	0.766	0.799
Nova Lima - MG	Ouro	0.766	0.821
Catalão - GO	Fosfato	0.773	0.818
Cachoeiro de Itapemirim - ES	Rochas Ornamentais	0.767	0.770
Parauapebas - PA	Ferro	0.720	0.740
Barcarena - PA	Bauxita	0.720	0.769
Presidente Figueiredo - AM	Cassiterita	0.713	0.742

Fonte: PNUD

Verifica-se com o Quadro 1 que, apesar da cidade de Parauapebas se encontrar a cerca de 840 km da capital (Belém), ela possui um IDH (índice de desenvolvimento humano) superior ao do Estado do Pará. Tal desenvolvimento é atribuído à presença de atividades de mineração no município, situação semelhante para o município de Barcarena.

Com a nova forma de estruturação das organizações em forma de cadeia de suprimento, torna-se importante o desenvolvimento de políticas que fortaleçam a cadeia, para que as empresas melhorem seus processos e se tornem, cada vez mais, competitivas. Uma das políticas que podem ser empregadas é a Avaliação de Fornecedores, tendo como objetivo avaliar os que atendem às necessidades dos clientes,

além de identificar aqueles que precisam de pontos de melhoria, possibilitando que a cadeia consiga fluir de forma mais sincronizada e dinâmica.

De posse destas informações, torna-se interessante propor o método de Análise Multicritérios de Decisão para a avaliação de fornecedores de empresas do setor mineral, de forma a contribuir para o meio científico com a validação do método, identificando suas vantagens e pontos de melhoria em processos de suprimentos e, assim, obtendo como subprodutos publicações em periódicos, congressos etc.

Como oportunidade de desenvolvimento desta pesquisa, vem sendo desenvolvido no Estado do Pará um projeto da Universidade do Estado do Pará (UEPA), cujo financiamento é fruto de uma parceria entre a empresa VALE e a Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado do Pará (FAPESPA), intitulado: “Otimização Logística da Malha de Transporte da Cadeia Produtiva do Minério de Ferro do Estado do Pará, por meio de Simulação Computacional e Inteligência Artificial. Neste projeto, é destacada, em sua fase inicial, a importância da avaliação dos fornecedores, como requisito fundamental ao diagnóstico dos processos em foco.

#### **1.4.**

##### **Escopo da Pesquisa**

Fornecer, a partir de uma metodologia de avaliação de fornecedores, com uma ampla aceitação na literatura, um conjunto de critérios capazes de quantificar fatores qualitativos e auxiliar a tomada de decisões para diversos assuntos referentes ao suprimento em atividades de mineração.

#### **1.5**

##### **Organização Do Trabalho**

No primeiro capítulo consta uma breve introdução ao tema, objetivos, justificativa e escopo da pesquisa. No segundo capítulo está o referencial teórico sobre o tema. No terceiro está explanada a metodologia que foi aplicada. No quarto capítulo se encontra o estudo de multi casos, com suas análises e no quinto capítulo se encontra as considerações finais e proposição de estudos futuros.

## 2.

### Revisão da Literatura

Neste capítulo, serão abordados os principais conceitos que servirão como base para a aplicação desta pesquisa, justificando as ferramentas e pensamentos empregados.

#### 2.1.

#### Logística e Gerenciamento da Cadeia De Suprimentos – GCS

##### 2.1.1.

##### Logística

A logística possui uma origem bastante antiga, sendo utilizada inicialmente na organização das guerras pelos líderes militares. Esses líderes notaram que as batalhas deveriam possuir uma organização planejada, pois estas, nem sempre, aconteciam próximas às suas localizações e, algumas, poderiam perdurar por um período de tempo muito longo (Ferreira, 2012).

De acordo com o *Council of Logistics Management* – CLM (2001),

Logística é o processo de planejar, implementar e controlar do fluxo economicamente eficaz de armazenagem de matérias primas, do estoque em processo, os produtos acabados, e o fluxo de informação relacionada a partir do ponto de origem até ao ponto de consumo com o propósito de atender as necessidades dos clientes.

Logística está sendo vista hoje pelas empresas não só como uma atividade auxiliar e sim como uma atividade estratégica para o desenvolvimento das mesmas.

De acordo com a Pará Industrial – FIEPA (2011, p. 25),

Os custos logísticos para transportar a produção da Amazônia Legal é, em média, 17 bilhões de reais por ano. Em 2020, se melhorias na infraestrutura dos atuais eixos de integração e a criação de novos corredores de acesso não saírem do papel, este valor passará para 33,5 bilhões de reais ao ano, reduzindo ainda mais a competitividade dos produtos *made in* Amazônia.

Observa-se a grande importância que a logística pode representar para uma região, tornando-se necessário o investimento em processos de melhoria, caso contrário,

os custos logísticos aumentarão substancialmente e a região não terá como competir. A FIEPA realizou um estudo de levantamento dos projetos logísticos que a região da Amazônia Legal estaria necessitando para o escoamento de sua produção, já prevendo seu crescimento. Como os investimentos são muito elevados, optou-se em priorizar alguns projetos com base para algumas cadeias produtivas que mais contribuem para o desenvolvimento da região.

Se os projetos prioritários forem levados adiante pela administração pública e por parte da iniciativa privada, o custo logístico previsto para 2020 será reduzido em 11,3%, uma economia anual de 3,8 bilhões de reais, gerando aumento de competitividade à região (Pará Industrial, 2011).

Dentre os 34 projetos prioritários, o Norte Competitivo listou a melhoria na BR - 364 (que sai de São Paulo, cortando os Estados de Goiás, Mato Grosso, Rondônia e Acre) e que prevê investimento de 782 milhões de reais; melhoria na Belém-Brasília (244 milhões de reais); a duplicação da Estrada de Ferro Carajás (2.762 bilhões de reais).

Essa exploração da logística como ferramenta estratégica é o resultado da combinação de sua complexidade com a utilização de tecnologias emergentes. Uma vez combinadas à logística, as ferramentas tecnológicas auxiliam na otimização do sistema logístico e no gerenciamento eficiente e integrado de seu conjunto de componentes, sendo estes: estoques, armazenagem, transporte, processamento de pedidos, compras e manufatura (Fleury *et al.*, 2000).

### **2.1.2.**

#### **Cadeia Produtiva**

Inclui todos os estágios envolvidos, direta ou indiretamente, no atendimento de um pedido de um cliente, considerando não só fabricantes, fornecedores, transportadores, depósitos e os próprios clientes, como todas as funções (finanças, suprimento, marketing) presentes em cada organização (Chopra e Meindl, 2003).

No conceito de cadeia de suprimentos, as empresas devem promover esforços com o objetivo de otimizar a cadeia (Van Hock, 1998). Desse modo, o ótimo global passa a ser mais importante que o ótimo local, tendo em vista que o desempenho de uma

cadeia depende fundamentalmente das competências de seus membros, agregando valor ao longo da mesma.

Os modelos estratégicos de administração de empresa mais utilizados demonstram que a capacidade que ela tem de fazer acordos comerciais está muito condicionada à cadeia de negócios em que está inserida (Kaibara, 1998).

Pigatto, Silva e Souza Filho (1999, p. 201), afirmam que:

Nas iniciativas relacionadas às alianças mercadológicas está presente um conceito amplo de qualidade, que envolve outros aspectos além de simplesmente atender exigências do consumidor final a partir de uma análise de tendências de mercado e nichos de consumo. Estes outros aspectos estão relacionados ao ambiente que cerca a cadeia produtiva: aspectos tecnológicos, demográficos, econômicos e culturais. Além disso, ao se falar de alianças estratégicas e comerciais ao longo de toda a cadeia produtiva, está se falando de uma postura de coordenação, buscando adquirir-se competitividade para a cadeia a longo prazo, na medida em que maior número de agentes participem do processo.

É possível inferir, portanto, que cadeia de suprimentos se trata de um conjunto de empresas que se relacionam, desde a obtenção da matéria-prima até o consumidor final, de modo a agregar valor a determinado produto, valor esse que deve ser percebido pelo cliente.

Com o intuito de agrupar segmentos produtivos e estudar formas diferenciadas de competição e de cooperação dentro de um conjunto inter-relacionado, surge a ideia de desenvolvimento de cadeias de suprimentos, também chamadas por diversos autores de cadeias produtivas ou cadeias de valor (*Council Supply Chain Management*).

Para fazer melhorias significantes na operação da cadeia de suprimentos, particularmente se os princípios de produção serão implementados, há a necessidade de investimentos em novas habilidades (Stannack ano). É colocada ênfase em relações abertas entre sócios de cadeia de suprimentos e a interação social fica importante, reduzindo desconfiança e incertezas entre as partes.

### 2.1.3.

#### Gerenciamento de Cadeia de Suprimentos – GCS

Com o intuito de se tornarem cada vez mais competitivas e atenderem a um mercado exigente e globalizado, as organizações estão adotando estratégias que sobressaem a seus muros, integrando-se com seus fornecedores e clientes, buscando uma melhor sincronia em seus negócios. Tal aspecto denomina-se gestão da cadeia de suprimento (*Council Supply Chain Management*).

O gerenciamento da cadeia de suprimentos é um conceito baseado no controle da rede de trabalho e na integração de processos entre as empresas, tendo como foco o consumidor final. Tal conceito se traduz na indução dos elos participantes da cadeia, a implementar conjuntamente o planejamento e coordenação do fluxo de materiais e de informações, a montante e a jusante da cadeia, na forma de um sistema integrado (Van Hoek, 1998).

Para Christopher (1997), o gerenciamento se trata de uma gestão dos relacionamentos existentes entre fornecedores e clientes, para que se possa ofertar mais valor aos consumidores finais a um custo mínimo para todos os participantes da cadeia de suprimentos. Segundo Barbosa *et al.* (2007), o GCS tem como principal objetivo o alinhamento das atividades de produção em sua totalidade de forma sincronizada para o alcance da redução de custos, diminuição de ciclos produtivos e elevação do valor percebido pelo cliente.

Cooper, Lambert e Pagh, (1997, p.36), ressaltam que “O GCS é a integração dos processos de negócios, desde o usuário (cliente) final até o fornecedor original, gerando produtos, serviços e informações que agreguem valor para o consumidor final”.

Gerenciamento de Cadeias de Suprimento é a integração dos processos de negócios, desde o usuário (cliente) final até o fornecedor original, gerando produtos, serviços e informações que agreguem valor para o consumidor final (Cooper, Lambert e Pagh, 1997, p.36).

O GCS é de fundamental importância para o sucesso de um determinado setor e funciona como uma estratégia fundamental à sustentabilidade no mercado atual, muito mais competitivo e caracterizado por uma concorrência global (Ballou, 2006). Quando este gerenciamento é realizado de forma eficiente e eficaz, a cadeia se torna mais competitiva, pois se consegue diminuir estoques intermediários e custos totais. O

processo torna-se mais enxuto e funciona de forma mais eficiente, aumentando a confiabilidade e a segurança no cliente final (Barbosa, 2010).

## 2.2.

### **Avaliação de Fornecedores**

Como forma de tornarem-se mais competitivas, as organizações estão buscando novas maneiras de negócios para acompanharem o mercado. Uma de suas estratégias é a integração com os fornecedores de seus suprimentos, formando redes de fornecimento e cadeias de suprimentos.

A seleção é uma das atividades mais importantes no processo de aquisição de produtos e/ou serviços. Uma escolha mal feita e sem critérios pode comprometer a eficiência do processo produtivo no qual o item, material ou serviço adquirido se insere (Branco Jr; Serra, 2003).

Decisões de seleção de fornecedores devem incluir estratégias e fatores operacionais, assim como fatores de análises tangíveis e intangíveis (Sarkis e Talluri, 2002).

Rodrigues e Sellito (2009) ressaltam que a gestão da cadeia deve garantir que os esforços individuais dos participantes, além de visar objetivos próprios, também visem a objetivos comuns da cadeia. E assim a importância de uma gestão da cadeia, pois a manutenção de fornecedores de qualidade é visto como uma possível vantagem competitiva.

Para Christopher (2002), a gestão de cadeias de suprimentos (*Supply Chain Management*– SCM) é a extensão, para toda a cadeia externa de fornecimento, do gerenciamento logístico interno.

Rodrigues e Sellito (2009, p.56) definem que,

“A necessidade de melhorar o desempenho dos fornecedores tem tornado relevante à proposição de métodos para sua medição. O resultado de tais medições pode levar a empresa focal a continuar, modificar ou encerrar seu relacionamento com o fornecedor”.

Slack (2002) argumenta que a gestão de fornecedores tem crescido em importância nas organizações de manufatura, levando-as a desenvolver métodos para este processo.

Há na literatura diversos métodos que avaliam o desempenho dos fornecedores, de modo a medir o nível de serviço prestado. Tal medição serve como base para que as organizações possam observar pontos de melhoria no seu processo e de continuidade do mesmo. Tais avaliações identificam as empresas aptas a integrar a cadeia de suprimentos (fornecedores potenciais) da empresa.

Para Londero *et al.* (2003), a gestão da qualidade de fornecedores é composta por ações corretivas, ações preventivas e desenvolvimento de componentes, de forma a certificar completamente os processos do fornecedor por parte do comprador.

Para uma boa avaliação de fornecedores, três aspectos parecem extremamente relevantes: a transparência da avaliação para com os fornecedores, a existência de objetivos estratégicos e uma cultura de gerenciamento com base em dados e fatos (Branco Jr e Serra, 2003), tendo em mente que os critérios mais importantes para a seleção irão depender do tipo de contratação ou aquisição que está sendo feita.

De acordo com Serra (2001), a avaliação deve ser feita em três momentos: antes, durante e após a contratação dos fornecedores. Durante a seleção, a avaliação consiste na definição dos parâmetros e critérios de análise das ofertas de serviço recebidas pelos contratantes, e pode considerar a avaliação de serviços e fornecimentos anteriores. Durante o fornecimento atual, os fornecedores devem ser verificados através de parâmetros que meçam seu desempenho em relação ao compromisso firmado. E após a prestação de serviço ou fornecimento, os mesmos devem ser auditados quanto aos problemas encontrados e sua prestação de assistência técnica. Todos esses dados obtidos na avaliação dos fornecedores devem ser colocados num cadastro que conterà informações sobre os atuais e possíveis fornecedores da empresa contratante.

Campos (1992) menciona que tanto fornecedor e comprador devem ter confiança mútua, cooperação e uma determinação de mútua sobrevivência baseada na responsabilidade das empresas para com o público, levando em consideração os seguintes princípios básicos do bom relacionamento:

– ambos, fornecedor e comprador são totalmente responsáveis pela aplicação do controle de qualidade, com entendimento e cooperação entre os seus sistemas de controle da qualidade;

– ambos, fornecedor e comprador, antes de entrarem nas negociações, devem fazer um contrato racional com relação à qualidade, preço, quantidade, preço, termos de entrega e condições de pagamento;

– ambos, fornecedor e comprador, levando em consideração a posição do outro, devem trocar informações necessárias à melhor condução do controle da qualidade;

– o fornecedor é responsável pela garantia da qualidade que dará satisfação ao comprador, sendo também responsável pela apresentação dos dados necessários, quando requisitados pelo comprador.

Segundo Ching (1999), a parceria entre a empresa e seus fornecedores pode ser definida como um relacionamento comercial sob medida, baseado em confiança mútua, abertura, riscos e recompensas compartilhados, que proporciona vantagem competitiva estratégica, resultando em desempenho melhor do que cada parte isoladamente.

Christopher (1997) diz que as organizações que possuem critérios definidos e avaliam de modo formal os seus fornecedores devem adotar a prática da medida de desempenho como um processo contínuo, apresentado a ambas as partes um *feedback* constante, assegurando que as possibilidades de melhorias sejam reconhecidas e executadas.

A maioria das empresas pode melhorar sua vantagem competitiva por meio de uma boa gestão de fornecedores. Deste modo, a seleção de fornecedores deve ser realizada por uma abordagem sistemática e científica, fornecendo bases suficientes para a melhor seleção (Bayraktar *et al.* 2003).

### 2.2.1.

#### Indicadores de Desempenho

No que se refere à avaliação de fornecedores, é de suma importância a identificação de indicadores de desempenho que auxiliem para uma tomada de decisão precisa e coerente.

Lakatos e Marconi (1991) definem que um indicador é um resultado mensurável (quantitativo ou qualitativo), obtido da análise de um fenômeno ou de um termo teórico a ele relacionado, sendo que estes indicadores auxiliam a mensurar os conceitos de acordo com uma regra de importância.

Segundo Melnick *et al.* (2004), a medição de desempenho por indicadores conecta estratégia e realidade. Estratégia sem indicadores é inútil e indicadores sem estratégia não fazem sentido.

Paladini (2002) argumenta que uma das funções de um indicador é orientar os esforços para melhoria dos processos por ele medidos. Por esta razão, é necessário um referencial para comparar com os resultados e concluir se houve ou não melhoria.

Deve ser considerado que na avaliação de fornecedores não se toma decisões baseados em apenas um indicador, sendo necessário o levantamento dos fatores que afetam o desempenho do processo de fornecimento e, conseqüentemente, da organização, resultando em uma avaliação global do fornecedor (Rodrigues e Sellito, 2009).

Canto (2004) ressalta que há aspectos essenciais para uma boa avaliação de fornecedores, tais como: qualidade, logística, capacitação técnica e relacionamento comercial.

De acordo com Rodrigues e Sellito (2009, p. 61),

Os indicadores são organizados em um sistema integrado, o Sistema de Avaliação Global do Fornecedor (*Global Supplier Rating System – GSRS*). A estrutura do GSRS desdobra as medições em hierarquia: índice global, índices das categorias e indicadores individuais. O GSRS mede o termo teórico desempenho global do fornecedor, composto por três construtos:

desempenho em qualidade, desempenho em logística e desempenho comercial, que se desdobram em conceitos apreendidos por onze indicadores.

Pode-se observar que há na literatura uma estrutura de avaliação de fornecedores, apresentando suas principais áreas e seus desdobramentos, de forma a possibilitar uma melhor escolha e direcionamento dos indicadores a serem abordados na presente avaliação.

### 2.3.

#### **Análise Multicritério À Decisão (AMD)**

Desde os tempos remotos o homem tem a necessidade de tomar decisões para solução de problemas com base em seus conhecimentos adquiridos. Com a evolução da sociedade, tais problemas vêm se tornando cada vez mais complexos e, para tentar resolvê-los, os tomadores de decisão precisavam aprimorar os seus métodos de análise. Um desses métodos de apoio à tomada de decisão é a análise multicritérios. Segundo Gomes (2004), para tal método os tomadores de decisão costumam utilizar vários atributos para avaliar as diferentes alternativas, sendo alguns deles difíceis de medir no que se refere a benefícios ou custos.

Tomar uma decisão é fazer uma escolha dentro do conjunto de alternativas factíveis, ou seja, alternativas que atendam ao(s) objetivo(s) e supere(m) a(s) restrição(ões) do(s) problema(s); a eficiência na tomada de decisão consiste na escolha da alternativa que, tanto quanto possível, ofereça o(s) melhor(es) resultado(s); na impossibilidade de escolher-se a melhor alternativa, devemos buscar o conjunto de alternativas não dominadas (ótimo de Pareto); essas alternativas são comparadas em função dos critérios identificados no processo de decisão, sob a influência dos atributos definidos e dentro dos riscos aceitáveis, que farão o tomador de decisão posicionar-se para um futuro possível (Gomes, 2012, p.74).

A AMD é fundamentada para a solução de situações onde existem critérios conflitantes. Tais métodos multicritérios têm sido desenvolvidos para apoiar e conduzir os tomadores de decisão na avaliação e escolha das alternativas em diferentes espaços.

Neste processo, os tomadores de decisão avaliaram as alternativas, tomando como base mais de um critério, comparando-os e até mesmo denotando a sua preferência quanto à importância de um determinado critério. Como nas principais organizações, muitas vezes se têm um grupo de análise e decisão, vale salientar que as preferências individuais podem ser combinadas de modo que resultem em uma decisão do grupo (Zopounidis e Doumpos, 2000).

Segundo Yu (1985), no AMD, a estrutura dos valores dos tomadores de decisão é associada aos critérios existentes, e busca permitir que as alternativas sejam examinadas, avaliadas e, caso seja possível, priorizadas.

De acordo com Gomes (2004, p.2),

Os métodos de Apoio Multicritérios à decisão têm um caráter científico e, ao mesmo tempo, subjetivo, trazendo consigo a capacidade de agregar, de maneira ampla, todas as características consideradas importantes, inclusive as não quantitativas, com a finalidade de possibilitar a transparência e a sistematização do processo referente aos problemas de tomada de decisões.

Com isso, o tomador de decisão pode tomar suas conclusões com base em um conjunto de critérios, que avaliados coletivamente terão um melhor embasamento teórico, reduzindo assim a probabilidade de erro. Sempre lembrando que este método não procura apresentar ao tomador de decisão uma solução para o problema, elegendendo uma única verdade representada pela alternativa escolhida.

Gomes (2004) enfatiza que a abordagem multicritério em um processo de tomada de decisões envolve as seguintes vantagens:

- A constituição de uma base para o diálogo entre os interventores, utilizando diversos pontos de vista comuns;
- Maior facilidade de incorporar incertezas aos dados, segundo cada ponto de vista;
- Enfrentar cada solução como um compromisso entre os objetivos em conflito.

No decorrer deste tópico será explanado um pouco mais sobre o método de análise multicritérios, apresentando suas características e aplicações. Gomes (2004) classifica a metodologia multiobjetivo ou multicritérios em dois grandes ramos:

O ramo contínuo da decisão multicritério, conhecido como Programação Multiobjetivo ou Otimização Vetorial, que se ocupa de problemas com objetivos múltiplos, nos quais as alternativas podem adquirir um número infinito de valores.

O ramo discreto ou Decisão Multicritério Discreta (DMD), que analisa problemas nos quais o conjunto de alternativas de decisão é formado por um número finito e geralmente pequeno de variáveis.

Os métodos de DMD mais difundidos são representados por suas escolas: a escola americana e a escola francesa ou europeia.

De acordo com Gomes (2012, p. 72), “o AMD tem como princípio buscar o estabelecimento de uma relação de preferências entre as alternativas que estão sendo avaliadas/ priorizadas/ ordenadas sob a influência de vários critérios, no processo de decisão”.

A abordagem multicritério tem como característica:

- a) Processos decisórios complexos e neles existem vários autores envolvidos que definem os aspectos relevantes do processo de decisão;
- b) Cada ator tem sua subjetividade (juízo de valores);
- c) Reconhece os limites da objetividade e considera as subjetividades dos atores;
- d) Tem como pressuposto que o problema não está claramente definido nem bem estruturado.

Neste tipo de análise, multicritério, o tomador de decisão não pode tomar como base a escolha da melhor alternativa e sim o quanto melhor esta alternativa apresenta um valor global suficientemente bom para a tomada de decisão.

De acordo com Munda (1997), os atores do processo de decisão, que julguem conveniente usar a metodologia multicritério para auxiliá-los a estruturar seus problemas e posteriormente priorizar/ escolher as alternativas factíveis, deverão:

- Definir a estrutura do problema;
- Definir o conjunto de critérios e/ou atributos que serão utilizados para classificar as alternativas;
- Escolher se utilizarão métodos discretos ou contínuos. Se optar por métodos discretos (concebidos para trabalhar com um número finito de alternativas), deverão optar entre as Escolas Francesas e a Escola Americana;
- Identificar o sistema de preferência do tomador de decisão;
- Escolher o processo de agregação.

Para identificar o sistema de preferência dos tomadores de decisão, é necessário:

- Considerar a subjetividade dos atores de decisão, as percepções individuais e vislumbrar em quais aspectos dos problemas os tomadores de decisão encontram maior dificuldade de explicar suas percepções individuais;
- Estruturar o problema de acordo com a visão compartilhada;
- Identificar os pontos de vista comuns;

- Saber onde os tomadores de decisão são inconsistentes;
- Verificar o que pode ser mudado e porquê.

De forma resumida, pode-se concluir que, quando a escolha de determinada alternativa depende da análise de diferentes pontos de vista ou “desejos”, denominados critérios, o problema de decisão é considerado um problema multicritério.

### 2.3.1.

#### Escola Americana

“Para a escola americana o tomador de decisão ou grupo tomador de decisão, com a ajuda de um analista, é capaz de identificar várias alternativas discretas para serem avaliadas e é capaz de estruturar os critérios pelos quais as alternativas serão avaliadas hierarquicamente” (Gomes, 2004. p.19).

O valor cardinal de uma alternativa  $a_i$  é formado por um conjunto de valores  $V_{1i}$ ,  $V_{2i}$ , ...,  $V_{ni}$ , onde cada  $V_{ni}$  é o valor assumido pela alternativa  $a_i$  em cada um dos  $n$  critérios. Isso significa que, após determinado critério/atributos, ele receberá um peso (valor atribuído) inferior ao peso atribuído àqueles de maior importância (Gomes, 2012).

Esta teoria assume que:

- Todos os estados são comparáveis (não existe a incomparabilidade);
- Existe transitividade na relação de preferências;
- Existe transitividade nas relações de indiferença.

Dentre os principais métodos que representam esta escola, está o AHP (Análise Hierárquica de Processos). No tópico a seguir este será melhor detalhado.

- Método AHP (Análise Hierárquica de Processo)

Desde quando Saaty em 1980 desenvolveu a análise hierárquica de processo (AHP), o método se tornou conhecido e amplamente utilizado para encontrar a solução de problemas discretos de multicritérios. Usualmente, esses problemas consistem em poucas alternativas, e inúmeros critérios que eventualmente possuem uma estrutura hierárquica. A AHP é uma metodologia simples e transparente, capaz de avaliar informações e julgamentos subjetivos, o que tradicionalmente estão ausentes na programação linear multicritério (Korhonen; Wallenius, 2001).

Segundo Middleton e Sutton (2005), o AHP é especialmente bom em transformar sentimentos ou impressões qualitativas em resultados quantitativos. Tal característica é muito útil na definição de importância dos critérios, logo que você inicia com as opiniões estruturadas de uma forma desorganizada, e termina com uma lista objetivamente ordenada das alternativas. Por vezes, surpreende-se com os resultados da hierarquia. Mas a AHP, se executada corretamente, informa onde cada elemento se posiciona na hierarquia.

O AHP baseia-se na experiência adquirida por seu desenvolvedor Saaty. Naquela época, ele era responsável por projetos de pesquisa em Controle de Armas dos EUA e da Agência de Desarmamento. A AHP foi desenvolvido devido à falta de uma metodologia comum, de fácil compreensão e implementação, que permitisse a tomada de decisões complexas. Desde então, a simplicidade e o poder da AHP levou à sua utilização generalizada em várias áreas em todas as partes do mundo. A análise hierárquica de processo tem sido usada em empresas privadas, públicas, nas áreas de estudos sociais, planejamento e desenvolvimento, departamento de defesa, entre outras áreas que envolvem decisões em que a priorização das alternativas se faz necessária (Bhushan; Rai, 2004).

Korhonen *et al.* (2001) definem o AHP como uma matemática objetiva que processa as preferências subjetivas e pessoais na tomada de decisão. Já Middleton e Sutton (2005) explicam que é uma técnica de matriz algébrica utilizada em operações de investigação e ciência da gestão.

Saaty e Vargas (2001) descrevem os sete pilares do AHP como:

1. Escalas de razão, da proporcionalidade e escalas normalizadas de razão;
2. Comparações pareadas recíprocas;
3. A sensibilidade do principal auto vetor direito;
4. Homogeneidade e Agrupamento;
5. Síntese para criar uma escala de proporção unidimensional para representar os resultados globais;
6. Preservação e Reversão do *ranking*;
7. Integrando grupos de julgamentos.

De acordo com Bhushan e Rai (2004), a utilização de escalas de razão para comparações ajuda na multidimensionalidade do problema, unificando apenas uma

dimensão a partir da perspectiva dos resultados finais. Os índices são invariantes sob a multiplicação por uma quantidade positiva.

De acordo com Middleton e Sutton (2005), a pessoa considera as várias alternativas em um conjunto de critérios, e compara os dois critérios a cada par. Caso o primeiro critério do par é igual, ou mais importante do que o segundo, aloca-se um valor de 1 a 9, como mostra a escala fundamental abaixo:

- 1 = Iguamente importante;
- 3 = fracamente mais importante;
- 5 = Fortemente mais importante;
- 7 = muito fortemente mais importante;
- 9 = Absolutamente mais importante.

Caso necessário, pode-se utilizar valores intermediários a essa escala, porém tal ocorrência é dispensável. Para facilitar a análise, caso o segundo item do par de critérios for mais importante do que o primeiro, tratar o segundo como se fosse o primeiro, e selecionar o grau de importância do mesmo. Logo em seguida, insira o inverso do número no campo da matriz correspondente.

A sensibilidade do auto vetor direto em relação a mudanças nos julgamentos limita o número de elementos em cada conjunto de comparações, o que acaba por exigir que eles sejam homogêneos. A homogeneidade e o agrupamento são usados para uniformizar a escala fundamental, na comparação de cada critério analisado, para que cada um possua um determinado grau de importância padronizado (Korhonen *et al.* 2001).

Preservação ou reversão do *ranking* pode ocorrer sem adição ou exclusão de critérios, apenas para introdução de cópias suficientes de uma alternativa. Logo, afirma-se que a reversão de posição é tão intrínseca à tomada de decisões como a preservação da hierarquia também é (Korhonen *et al.* 2001).

De uma maneira simplificada, constata-se que existem três principais conceitos seguidos no AHP, são eles:

1. O AHP é analítico – tratar um raciocínio matemático e lógico para chegar à decisão, é o foco do AHP. Ele ajuda a analisar o problema de decisão de acordo

com uma lógica e auxilia na conversão da intuição dos tomadores de decisão e sentimentos em números, que podem ser questionados e explicados por outros (Bhushan; Rai, 2004).

2. O AHP estrutura o problema em uma hierarquia - decomposição hierárquica vem naturalmente para seres humanos. A redução do problema complexo em subproblemas a serem abordados em um momento é o caminho fundamental que o tomador de decisão segue. Para lidar com um problema complexo é essencial para decompô-lo em uma hierarquia, e o AHP permite isso (Bhushan; Rai, 2004).
3. O AHP define um processo para os tomadores de decisão- Um processo é necessário, pois irá coletar os dados de entradas do tomador de decisão, as revisões e aprendizados e comunicá-las aos outros de modo a atingir uma decisão coletiva. O AHP foi criado para formalizar o processo e colocá-lo em uma base científica (Bhushan; Rai, 2004).

O AHP fornece um meio de decompor o problema em uma hierarquia de subproblemas que podem ser mais facilmente compreendidos e avaliados subjetivamente. As avaliações subjetivas são convertidas em valores numéricos e processadas para classificar cada alternativa em uma escala numérica (Bhushan; Rai, 2004).

O AHP oferece uma metodologia para permitir a agregação de julgamentos individuais para tomar decisões em grupo (Bhushan; Rai, 2004).

Basicamente, o AHP ajuda na estruturação da complexidade, medição e síntese de rankings. Essa característica o torna adequado para uma ampla variedade de aplicações (Bhushan; Rai, 2004).

A Análise Hierárquica de Processo ou AHP é uma das melhores formas de analisar a importância relativa dos itens de uma lista. Os conceitos envolvidos são muito práticos, imensamente poderosos e razoavelmente simples. O AHP é quase mágico na sua capacidade de usar simples comparações ab-binárias para classificar a importância relativa de todos os membros de qualquer conjunto de coisas semelhantes (Middleton, Sutton, 2005).

Apesar das amplas aplicações do AHP em uma variedade de domínios e em diferentes níveis de hierarquia de decisão, o AHP tem sido criticado a partir de diversos

pontos de vista. O primeiro problema é a reversão de posição. Em muitos cenários, os rankings de alternativas obtidas pelo AHP podem mudar se uma nova alternativa é adicionada (Bhushan; Rai, 2004).

Alguns autores enumeram algumas desvantagens encontradas no método AHP, são elas:

- Fornecedores podem ser indevidamente penalizados.
- A escala de razão é imprecisa.
- O processo pode gerar inconsistências, devido aos pesos estabelecidos não seguirem uma linha nos julgamentos.
- Reversão *Ranking*.

Apesar das controvérsias e problemas enfrentados pela técnica do AHP, o mesmo é bastante difundido, devido a sua facilidade de utilização e aceitação generalizada de tomadores de decisão relacionados com problemas de jogos de guerra, previsão tecnológica, avaliação de helicópteros de ataque, para a avaliação dos candidatos presidenciais, decisões sobre a compra de um carro, a escolha de um cônjuge (Bhushan; Rai, 2004).

Desde a sua descoberta a AHP tem sido aplicado em uma variedade de cenários para tomada de decisão, podendo ser aplicado para os seguintes objetivos:

- Escolha - seleção de uma alternativa de um conjunto de alternativas.
- Priorização / avaliação - determinar a ordem de prioridade de um conjunto de alternativas.
- Alocação de recursos - encontrar a melhor combinação de alternativas sujeitas a uma variedade de restrições.
- *Benchmarking* – relacionado à adaptação/aplicação de melhores práticas de processos ou sistemas conhecidos.
- Gestão da qualidade.

Existem diversos estudos relacionados à aplicação do AHP nas seguintes áreas: saúde, planejamento de projetos, prospecção tecnológica, marketing, preço do produto novo, a previsão econômica, avaliação de políticas, ciências sociais, etc, além de suas aplicações na análise de conflitos, pesquisa de operações militares, regional e

planejamento urbano e exploração do espaço. O AHP tem se desenvolvido como uma metodologia amplamente aceita para a tomada de decisões, como uma técnica que evoluiu ao longo dos anos e tem sido aplicada em conjunto com a modelagem matemática e outras técnicas de análise. (Bhushan; Rai, 2004)

Alguns autores têm visto o AHP como um método simples e poderoso para obter informações sobre preferências do tomador de decisão. Arbel e Oren (1986) desenvolveram um método interativo para o problema de programação linear multicritério, no qual o AHP é usado para determinar uma estrutura de preferência sobre a solução atual e as suas soluções adjacentes (Korhonen *et al.* 2001).

### 2.3.2.

#### Escola Francesa

Segundo Gomes (2004), a escola francesa apresenta algumas vantagens em relação à escola americana quanto aos métodos, pois nesta escola seus métodos são mais flexíveis para resolução de problemas e não pressupõem a comparação entre as alternativas, assim como não exigem que o analista estruture hierarquicamente os critérios avaliados.

Nessa escola são aplicadas comparações entre as alternativas discretas, em que existe a relação de prevalência de síntese que aceita a incomparabilidade (Dias, Costa e Clímaco, 1996). O tomador de decisão pode deparar-se com uma das quatro situações ao comparar duas alternativas (Roy, 1996):

1. Uma alternativa é preferida a outra com preferência forte, também denominada preferência sem hesitação;
2. Uma alternativa é preferida à outra com preferência fraca, também denominada preferência com hesitação;
3. Uma alternativa é indiferente à outra;
4. Uma alternativa é incomparável à outra.

Os primeiros métodos desenvolvidos pela escola francesa foram à família *Electre* (*Elimination et Choix Traduisant La Réalité*). Em 1968 Roy propôs o *Electre I* e em seguida desenvolveu com Bertier o *Electre II*. Tais métodos consideram uma série de processos de alternativas que serviram como base para tomada de decisão e resolução do problema.

Gomes (2012), afirma que a Escola Francesa tende seu foco de estudo para metodologias em que as preferências pessoais dos tomadores de decisão tenham menor influência na alternativa escolhida; em contrapartida, a Escola Americana buscaria métodos para melhor explicitar essa preferência, que teria grande influência na escolha final.

➤ Métodos *Electre*

De acordo com Gomes (2004), os métodos *Electre* apresentam uma visão mais realista para auxiliar a tomada de decisão. Apesar de menos difundido na prática tal método apresenta grande contribuição para as áreas de pesquisa operacional e economia. Um dos fatores mais relevantes é que o referido método não exige que o tomador de decisão expresse sua posição de preferência entre duas alternativas potenciais.

Gomes (2004, p. 94) ressalta que “a teoria da decisão clássica fornece basicamente duas situações de preferência, supostamente transitivas, designadas por preferência estrita (P) e por indiferença (I)”.

No entanto, existem alguns obstáculos que o tomador de decisão pode enfrentar neste método, são eles:

- Não ter embasamento suficiente para optar por uma das alternativas, criando certa preferência ou indiferença entre elas;
- Não poder explicar sua própria preferência, pode ser uma entidade remota (chefe de estado ou presidente de uma grande empresa);
- Não querer discriminar uma alternativa em decorrência de outra. Podendo apenas escolher uma ou outra e não levar em consideração seus pontos comuns.

Devido a essas restrições o método foi aprimorado e adicionadas mais duas situações: incomparabilidade e preferência fraca. Deste modo, forma-se o Sistema Fundamental de Relações de Preferências (SFRP). A Tabela 1 apresenta as situações fundamentais de comparação do método.

Tabela 1: Situações Fundamentais quando se comparam duas alternativas.

Situação	Definição
Indiferença	Existem razões claras e positivas que justificam a equivalência entre duas alternativas.
Preferência Estrita	Existem razões claras e positivas que justificam uma preferência significativa a favor de uma (bem definida) das duas alternativas.
Preferência Fraca	Existem razões claras e positivas que não implicam uma preferência estrita a favor de uma (bem definida) das duas alternativas. No entanto, essas razões são insuficientes para que seja assumida uma preferência estrita a favor da outra ou uma indiferença entre as alternativas.
Incomparabilidade	Não existem razões claras e positivas que justifiquem uma das três situações acima.

Fonte: GOMES (2004).

Neste método cada critério se associa a limites de preferências que determinam as diferenças a serem alcançadas.

Limite de preferência (p):  $aPb \iff g(a) - g(b) > +p$

Limite de indiferença (q):  $aIb \iff q = g(a) - g(b) = +q$

Situação de preferência fraca:  $aQb \iff q < g(a) - g(b) < p$

Há ocasiões onde o tomador de decisão não se sente a vontade de julgar determinada alternativa com base em apenas uma posição, sendo necessária a comparação entre duas situações. Na tabela 2 há cinco exemplos de possíveis combinações:

De acordo com Gomes (2004, p. 97):

Os métodos *Electre* fazem parte dos denominados Métodos de Superação, pois eles têm, como conceito teórico central, as relações de superação. Esses métodos diferenciam-se entre si pela problemática que tentam resolver, pelas informações inter e intracritérios utilizadas e pela quantidade de relações de superação construídas e pesquisadas.

Deste modo, o presente método busca quantificar o quanto uma alternativa é superior à outra.

Tabela 2: Cinco situações de combinação de preferência

<b>Situação</b>	<b>Definição</b>
Não preferência	Ausência de razões claras e positivas para justificar uma preferência estrita ou fraca a favor de qualquer uma das alternativas. Essa situação combina indiferença e incomparabilidade, sem a possibilidade de discriminação entre elas.
Preferência (sentido amplo)	Existem razões claras e positivas que justificam uma preferência estrita ou fraca a favor de uma (bem definida) das duas alternativas. Essa situação combina a preferência estrita e a preferência fraca, sem discriminação entre elas.
Presunção de Preferência	Existem razões claras e positivas que justificam a preferência fraca a favor de uma (bem definida) das duas alternativas ou uma indiferença entre elas, sem que haja uma separação significativa entre as situações de preferência fraca e de indiferença.
K-Preferência	Nesse caso, ou existem razões claras e positivas que justificam a preferência estrita a favor de uma (bem definida) das duas alternativas, ou verifica-se a incomparabilidade de ambas, sem que nenhuma separação significativa seja estabelecida entre elas.
Superação	Existem razões claras e positivas que justificam seja uma preferência, seja uma presunção de preferência a favor de uma (bem identificada) das duas alternativas, mas sem que haja nenhuma separação significativa entre elas.

GOMES (2004).

Desde 1968 foram desenvolvidas várias versões do método *Electre* (Tabela 3). Tais métodos consideram pesos como medida de importância de cada critério, tendo como finalidade a construção de índices de concordância ou discordância das decisões. A versão IV é a única que não utiliza pesos, pois a mesma agrupa uma sequência de superação.

Tabela 3: Versões dos métodos da Família *Electre*

<b>Versão</b>	<b>Autor</b>	<b>Ano</b>	<b>Tipo de problema</b>	<b>Tipo de Critérios</b>	<b>Utiliza pesos</b>
I	Roy	1968	Seleção	Simple	Sim
II	Roy e Bertier	1973	Ordenação	Simple	Sim
III	Roy	1978	Ordenação	Pseudo	Sim
IV	Roy e Hugonnard	1982	Ordenação	Pseudo	Não
IS	Roy e Skalka	1985	Seleção	Pseudo	Sim
TRI	Yu Wei	1992	Classificação	Pseudo	Sim

GOMES (2004).

De acordo com a tabela acima, pode-se entender as características básicas de cada versão, suas funcionalidades para solução de determinados problemas e o método de trabalho de cada uma, representados pelo uso de peso ou não.

Gomes (2004) ressalta que as etapas do método *Electre* são representadas de uma forma generalizada da seguinte maneira:

- Avaliações dos tomadores de decisão para as diversas alternativas para cada critério;
- Definir as relações de superação;
- Explorar essas relações de superação de modo a selecionar o grupo de alternativas dominantes, ordenar ou classificar. De acordo com as necessidades do problema e a versão do método que está sendo empregada.

#### ➤ Método *Prométhée*

O método do *Prométhée* é um dos mais recentes métodos da escola francesa no que tange a análises multicritérios discreta, onde suas possíveis alternativas são finitas.

Segundo Gomes (2004, p. 124), “as quatro primeiras variantes do Método *Prométhée* (I, II, III e IV) foram propostas por seus autores para solucionar os problemas do tipo  $P\gamma$ , isto é, para dispor das alternativas em ordem de prioridade”.

Na avaliação, este método se assemelha aos outros métodos já mencionados, pois realiza uma comparação binária entre as alternativas de critério a critério. Com a diferença que este utiliza pseudocritérios para associar limites de indiferença (q) e de preferência estrita (p).

Com esse procedimento, estabelecem-se a menor preferência para as pequenas diferenças e a maior preferência para as grandes diferenças. O grau de preferência pode ser representado por um número real, que varia entre zero (indiferença) e um (preferência estrita), conforme a função a ser definida pelo agente de decisão (GOMES, 2004, p.125).

O *Prométhée* I corresponde a uma pré-ordem das alternativas que estão em análise, sendo que tal versão permite a avaliação de incomparabilidade, podendo tal ordem sofrer alterações. Essa característica não ocorre no *Prométhée* II, em que se define uma ordem definitiva, pois o mesmo não admite a relação de incomparabilidade.

No *Prométhée* III obtém-se como produto uma ordem por intervalos, devido ao mesmo trabalhar com limites variáveis.

Para o *Prométhée* IV há uma generalização do *Prométhée* II, para infinitas alternativas. Segundo Gomes (2004, p.125), “o *Prométhée* V amplia a aplicação do *Prométhée* II, sendo apropriado para o caso em que se deseja selecionar um subconjunto de alternativas”.

Finalmente, o *Prométhée* VI determina um vetor de pesos dos critérios avaliados e analisa o grau de complexidade do problema estudado por meio de análise gráfica, denominado procedimento gráfico Gaia (*Geometrical Analysis for Interactive Aid*).

A família *Prométhée* possui alguns requisitos de sucesso dentro do processo de análise multicritério, entre estes estão as suas funções matemáticas e sua interface amigável para o uso (Behzadian *et al.* 2009).

Behzadian *et al.*(2009), realizaram um levantamento bibliográfico sobre as principais aplicações do Método *Prométhée*. Com este estudo observou-se nove principais áreas de aplicação do método, são elas: Gestão Ambiental, Hidrologia e recursos hídricos, Gestão de negócios e finanças, Logística e transporte, Processos de produção, Gestão de energia, Social e outros tópicos.

Gestão ambiental é considerada o tópico mais popular de aplicações do *Prométhée* e vários artigos científicos relatam isto. Dentro deste tópico as áreas específicas abordadas serão: Gerenciamento de resíduos, Avaliação do ciclo de vida, Avaliação dos impactos ambientais e Planejamento do uso da terra.

A grande maioria dos artigos do tópico de Hidrologia estava voltada para o planejamento sustentável dos recursos hídricos, avaliação de estratégias de gerenciamento da água e planejamento de irrigação.

Já para a área de Gestão de negócios e finanças as aplicações são bastante ricas, concentrando-se principalmente em aspectos essenciais como medição de desempenho, gerenciamento do portfólio e análise de investimentos.

De acordo com Gomes (2004, p. 136),

Os métodos *Prométhée*, assim como os métodos *Electre*, são vulneráveis a subjetividades, especialmente no que concerne à definição dos parâmetros  $p$  e  $q$  dos pseudocritérios. Apesar disso, os métodos *Prométhée*, em comparação com os métodos *Electre*, apresentam maior resistência a variações nesses parâmetros.

No entanto, vale ressaltar as diferenças entre os dois métodos, pois a família *Electre* atua diretamente sobre a relação de superação, exercendo uma forte influência, enquanto, nos da família *Prométhée*, os limiares intervêm na etapa preparatória da definição dos critérios.

### 3.

## Procedimentos Metodológicos

A metodologia utilizada nesta pesquisa está apresentada neste Capítulo, identificando-se sua classificação, sua forma de obtenção e tratamento dos dados. Em linhas gerais, a metodologia proposta neste estudo está dividida nas seguintes etapas: Caracterização do Estudo, Desenho da Pesquisa, Definição da amostra, Elementos de Análise, Coleta de Dados, Análise dos Dados.

### 3.1.Caracterização do Estudo

O presente estudo trata de uma análise exploratória, pois tem como objetivo adquirir informações e conclusões que sirvam de referências para serem consultadas posteriormente por trabalhos que visem se aprofundar sobre o assunto, logo surge a necessidade de fornecer informações de realidades distintas e a partir delas gerar uma análise, consolidando esses conhecimentos (Barbosa, 2010).

De acordo com Tripodi *et al.* (1975, p.65):

Estudos exploratórios são investigações de pesquisa empírica que têm como finalidade a formulação de um problema ou questões, desenvolvendo hipóteses e aumentando a familiaridade de um investigador com um fenômeno ou ambiente para uma pesquisa futura mais precisa.

Para Tripodi *et al.* (1975, p.64), um estudo deve preencher três requisitos para ser classificado como exploratório. O primeiro é o fato de que “não deve ser classificável nem como um estudo experimental nem como um estudo quantitativo descritivo”. O presente trabalho atende a este requisito a partir do momento que é uma análise de um fenômeno tal como ele se apresenta na realidade e se baseia na análise de dados qualitativos. O segundo requisito é que devem ser aplicados procedimentos sistematizados de análises para a obtenção dos dados. Esta pesquisa também se enquadra neste requisito, visto que são analisados de acordo com um roteiro estruturado, aplicado a todos os colaboradores diretamente relacionados à empresa em estudo. O terceiro requisito consiste em afirmar que o “investigador” deve ir além dos

dados quantitativos e qualitativos coletados, buscando identificar as interrelações com o contexto no qual eles se encontram, para depois formular sua análise. Este requisito também é atendido, pois são coletados dados dos entrevistados de diversos níveis, relacionados à área de suprimentos, destacando seus princípios e posicionamentos e, em seguida, é realizada uma análise, buscando entender os principais motivos do consenso entre eles ou possíveis disparidades.

O presente trabalho utiliza o estudo de multi casos (Tripodi *et al.* 1975), procedimento justificável pelo caráter exploratório da pesquisa. De acordo com Yin (1994), a opção de estudo de caso como estratégia de pesquisa se justifica quando o estudo focaliza o âmbito das decisões, isto é, quando ele tenta esclarecer o motivo pelo qual as decisões foram tomadas, como foram implementadas e quais os resultados encontrados.

Para a realização desta pesquisa é feito um estudo de multi casos, no qual serão abordadas as características de mercado das empresas, seus critérios considerados mais importantes e sua relação com seus fornecedores. Isso possibilitará o surgimento de assuntos novos que ainda não estão evidentemente claros, justificando, dessa forma, a opção por este método de trabalho.

### **3.2.**

#### **Desenho da Pesquisa**

De acordo com Yin (1994), são cinco os componentes fundamentais de um desenho de pesquisa com utilização de estudo de caso: uma questão de pesquisa; proposições (se for o caso); unidades (s) de análise; o estabelecimento de uma ligação entre os dados e as proposições; e um critério definido para a interpretação dos dados.

Como questão da pesquisa, tem-se a necessidade de identificar “quais os critérios e subcritérios mais importantes para a avaliação de desempenho dos fornecedores para o setor mineral do Estado do Pará”, permitindo que o mesmo funcione da melhor maneira, otimizando rendimentos e as relações entre as partes interessadas, de modo a beneficiar o consumidor final com a oferta de um produto de melhor qualidade, bem como a adequação com a peculiaridade das empresas localizadas no Estado.

A proposição constitui a identificação dos critérios considerados fundamentais pelo setor, por meio da proposição de uma árvore hierárquica, de modo a satisfazer um

bom suprimento, e propor uma metodologia de identificação dos fornecedores que atendem a estes critérios, após a análise de seu desempenho, e ranqueando-os de forma a direcionar os principais critérios a serem considerados nos próximos contratos de suprimentos das potenciais empresas que utilizarem o modelo.

As unidades de análise são os critérios e subcritérios mais relevantes pelo setor de suprimentos, definidos em cada uma das empresas analisadas, acompanhando o processo de avaliação com seus fornecedores, ponderando um peso a cada critério e subcritério julgado mais importante.

O estabelecimento de uma ligação entre os dados e as proposições consiste na classificação dos diferentes pontos de vistas dos entrevistados (Empresas). Com a utilização do método AHP (Análise Hierárquica do Processo), tais pontos podem ser convertidos para uma conclusão global sobre o processo de seleção dos fornecedores.

No que tange aos critérios para a interpretação dos dados, a estrutura de análise se baseia em dois momentos: primeiramente, são levantados os critérios e subcritérios de avaliação de fornecedores mais importantes, considerados pelo setor de suprimentos como: qualidade, preço etc. Após este levantamento, tais critérios e subcritérios são avaliados para todas as empresas consideradas na amostra do setor, com a utilização da análise hierárquica.

### **3.3.**

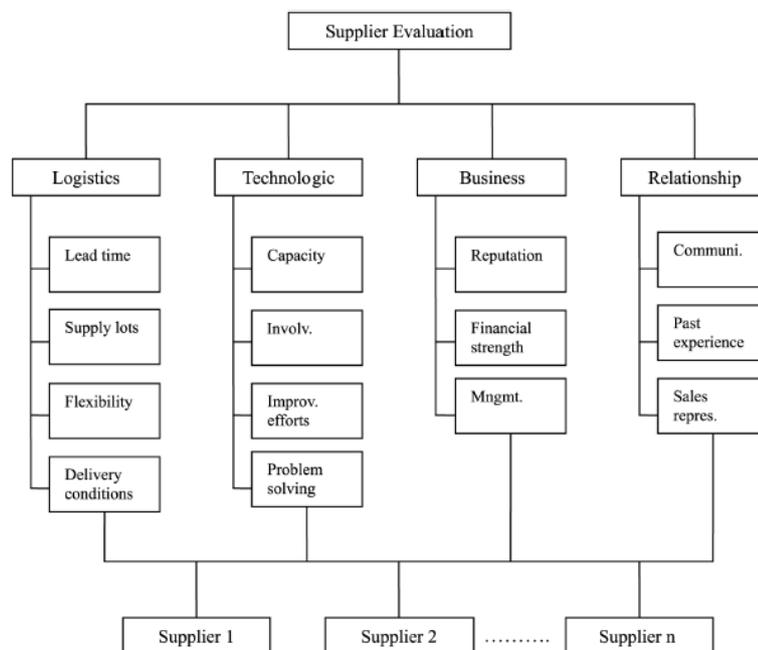
#### **Definição da amostra**

De acordo com o REDES (2013), o setor mineral no Estado do Pará é composto por 7 (sete) grandes empresas principais. Empresas que por sua vez, aglomeram uma série de outras empresas ao seu redor, como fornecedores ou prestadoras de serviços. A princípio, a presente pesquisa objetivava aplicar nas sete empresas, trabalhando com uma amostra de 100%. No entanto, devido à burocratização e descentralização de seus escritórios e departamentos, não foi possível, ao longo do período de realização desta pesquisa, o preenchimento do questionário por todas, obtendo-se, como objeto de estudo, a utilização de dados de 4 (quatro) empresas. Com isso, tem-se a oportunidade de se construir um modelo para o setor mineral, trabalhando com uma amostra de 58% das empresas instaladas no Estado do Pará.

### 3.4.

#### Elementos de Análise

A estrutura para a presente pesquisa se constitui de entrevista com o setor de suprimentos de cada empresa do setor mineral considerada no estudo, identificando por meio de um questionário prévio (Apêndice A), os critérios de avaliação de fornecedores mais relevantes considerados pelo setor. Desta forma, é possível construir uma arborescência para o setor mineral, com o intuito de selecionar e avaliar o desempenho dos fornecedores mais aptos para os critérios e subcritérios pré-estabelecidos. Na Figura 6, tem-se um exemplo de uma arborescência no que tange à avaliação de fornecedores, proposto por Bayraktar (2003). Cabe ressaltar que os critérios da referida pesquisa ainda serão levantados e podem ou não serem similares ao exemplo exposto.



Fonte: Bayraktar (2003)

Figura 6: Arborescência para avaliação de fornecedores.

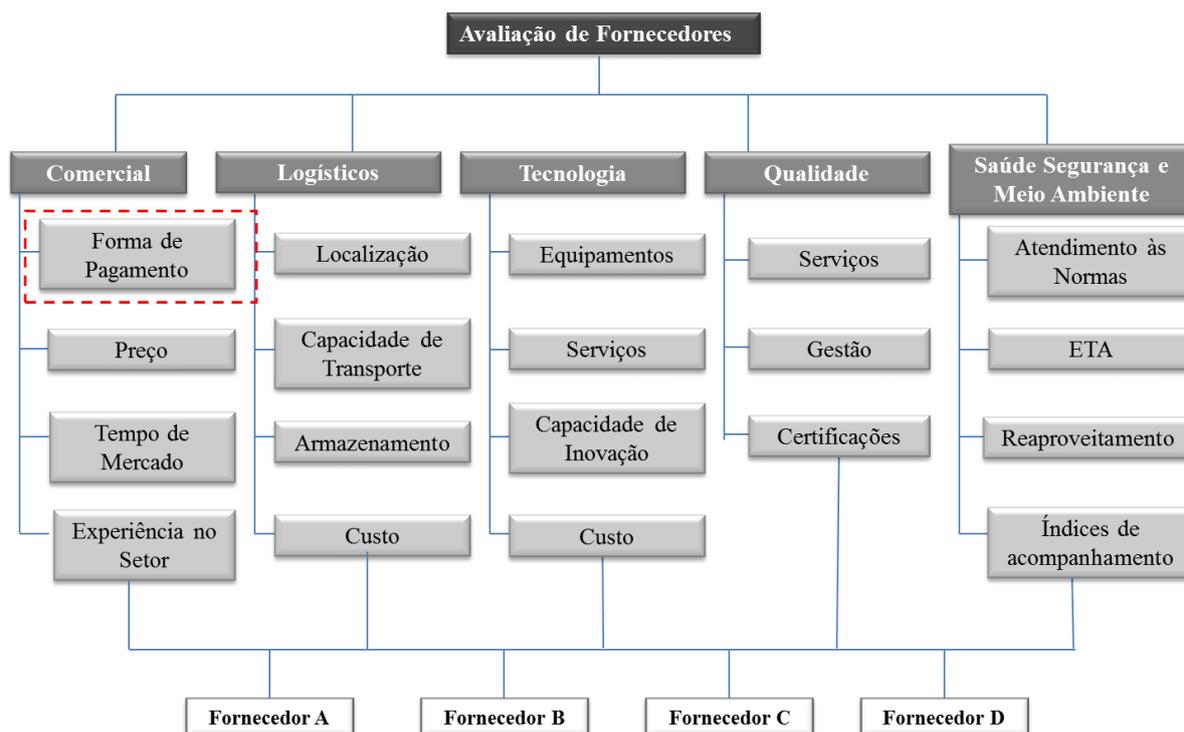
Após a criação desta rede, será aplicado o método AHP (Análise Hierárquica do Processo) para a avaliação dos critérios pré-estabelecidos, com a opção de exclusão ou inclusão de critérios e subcritérios.

Neste método, serão atribuídos pesos aos critérios, criados por Thomas L. Saaty (1991), que consistem em uma comparação paritária dos critérios considerados. Tal

comparação se dá através de perguntas como: Qual destes critérios é o mais importante? Quanto este critério é mais importante que o outro? (Gomes, 2012).

Os tomadores de decisão responderão aos questionamentos com base na escala fundamental de Saaty, que tem variação de 1 a 9, de acordo com a preferência por parte do tomador de decisão sobre um critério, comparado a outro. Considerando tal escala, pode-se obter a seguinte metodologia: supondo os critérios  $c_1$ ,  $c_2$  e  $c_3$  onde  $c_1 > c_2 > c_3$ , perguntamos: Quanto  $c_1$  é superior a  $c_2$ ? Quanto  $c_1$  é superior a  $c_3$ ? e Quanto  $c_2$  é superior a  $c_3$ ? Observa-se que o número de comparações é definido pela fórmula  $[n \times (n-1)] \times 2$ , onde  $n$  é o número de critérios. Tal entendimento se deve a propriedade da transitividade empregada no método do AHP.

A Figura 7 servirá como exemplo prático de aplicação dos cálculos utilizados na metodologia do AHP.



Fonte: Autor (2013).

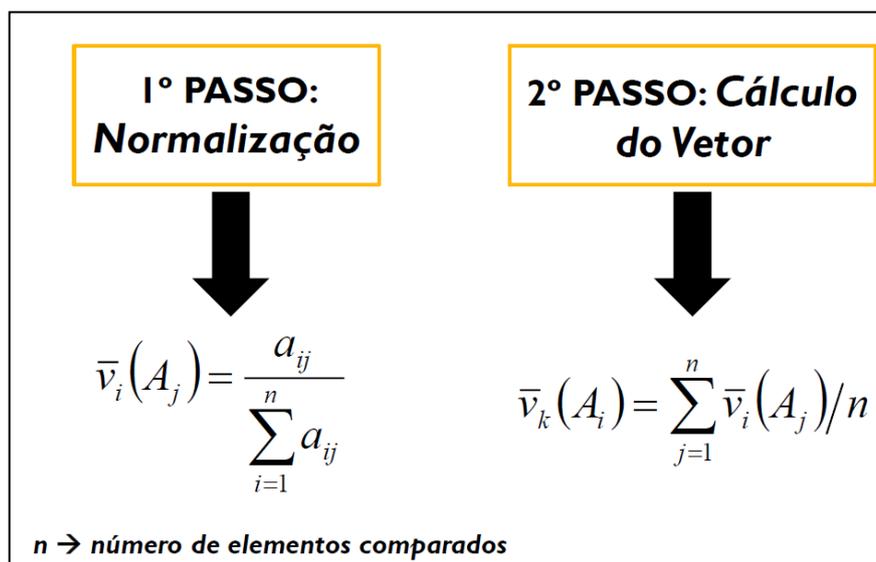
Figura 7: Arvorecência para avaliação de fornecedores exemplo.

Para termos didáticos de explanação será exemplificado o subcritério “Forma de Pagamento” para os fornecedores A, B, C e D. De acordo com a metodologia existem dois passos iniciais para os cálculos, que são a normalização e cálculo de vetor.

Quadro 2: Matriz de preferência dos fornecedores quanto a Forma de Pagamento

	FA	FB	FC	FD
FA	1	1/5	1/5	1
FB	5	1	1	3
FC	5	1	1	3
FD	1	1/3	1/3	1

Para o cálculo da normalização, faz-se o somatório de todos os elementos de uma mesma coluna e após isso, é necessária a divisão entre cada elemento pelo seu somatório da respectiva coluna.



Fonte: Freitas (2012).

Figura 8: Fórmulas para os cálculos de normalização e do vetor.

Após a aplicação das formulas contidas na Figura 8, obteve-se o Quadro 3.

Quadro 3: Matriz de preferência para construção da normalização.

	FA	FB	FC	FD
FA	1/12	3/38	3/38	1/8
FB	5/12	15/38	15/38	3/8
FC	5/12	15/38	15/38	3/8
FD	1/12	5/38	5/38	1/8

Com a aplicação da fórmula para os vetores obtêm-se os seguintes resultados:

$$\bar{v}_k(A_1) = (1/12 + 3/38 + 3/38 + 1/8)/4 = 0,36623/4 = 0,09156$$

$$\bar{v}_k(A_2) = (5/12 + 15/38 + 15/38 + 3/8)/4 = 1,58114/4 = 0,39529$$

$$\bar{v}_k(A_3) = (5/12 + 15/38 + 15/38 + 3/8)/4 = 1,58114/4 = 0,39529$$

$$\bar{v}_k(A_4) = (1/12 + 5/38 + 5/38 + 1/8)/4 = 0,47149/4 = 0,11787$$

Feito isto, o passo seguinte é a construção da Razão de Consistência (RC) obtida pela fórmula:

$$\lambda_{\max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n v_i \frac{[Aw]_i}{w_i}$$

O elemento A expressa a matriz de decisão e w o vetor de prioridades previamente calculado

Índice de Inconsistência

$$IC = \frac{(\lambda_{\max} - n)}{(n - 1)}$$

Razão de Consistência

$$RC = \frac{IC}{IR}$$

Índice de Aleatoriedade (tabelado)

$n \rightarrow$  número de elementos comparados

Fonte: Freitas (2012).

Figura 9: Medição da consistência da matriz de decisão.

Os valores tabulados mencionados na Figura 9 se encontram na Figura 10 desta pesquisa.

Valores de IR em função de Matrizes Quadradas de Ordem n						
n	2	3	4	5	6	7
IR	0,0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32
		↓	↓	⏟		
		$RC \leq 0,05$	$RC \leq 0,09$	$RC \leq 0,1$		

Fonte: Freitas (2012).

Figura 10: Índice de aleatoriedade tabelado.

De volta ao exemplo de avaliação dos quatro fornecedores tem-se:

Quadro 4: Matriz de preferência e vetores.

	FA	FB	FC	FD
FA	1	1/5	1/5	1
FB	5	1	1	3
FC	5	1	1	3
FD	1	1/3	1/3	1



V
0,09156
0,39529
0,39529
0,11787

$$Aw = \begin{bmatrix} 1 & 1/5 & 1/5 & 1 \\ 5 & 1 & 1 & 3 \\ 5 & 1 & 1 & 3 \\ 1 & 1/3 & 1/3 & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0,09156 \\ 0,39529 \\ 0,39529 \\ 0,11787 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,367546 \\ 1,60199 \\ 1,60199 \\ 0,472957 \end{bmatrix}$$

$$\lambda_{\max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n v_i \frac{[Aw]_i}{w_i} = \frac{1}{4} \left( \frac{0,367546}{0,09156} + \frac{1,60199}{0,39529} + \frac{1,60199}{0,39529} + \frac{0,472957}{0,11787} \right) = 4,033046$$

$$IC = \frac{(\lambda_{\max} - n)}{(n-1)} = \frac{(4,033046 - 4)}{(4-1)} = 0,011015$$

$$RC = IC/IR = 0,011015/0,9 = 0,012239$$

Razão de  
Consistência

Os dados são meramente ilustrativos, mas demonstram a metodologia a ser aplicada. E de acordo com a metodologia e a tabela da Razão de Inconsistência, o valor apresentado se encontra dentro do limite aceitável, definido na Figura 10. Cabe ressaltar que nesta pesquisa estes cálculos serão realizados pelo *software Expert Choice*, *software* este, elaborado pelo próprio autor do método Saaty, otimizando assim, o tempo e aplicação da pesquisa, o Apêndice B explica o tutorial do *software*.

### 3.5.

#### Coleta de Dados

A coleta de dados é realizada em duas etapas:

➤ A primeira etapa consiste na aplicação do questionário, Apêndice A, para as empresas, identificando os critérios e subcritérios de avaliação de fornecedores, com seus respectivos pesos, seguindo a estrutura apresentada no Item 3.3. Para que se possa entender melhor o processo de construção de tal questionário, se faz necessário a explanação de alguns conceitos a seguir.

De acordo com Carnevalli e Miguel (2001, p.4), “O questionário é um conjunto de perguntas, que a pessoa lê e responde sem a presença de um entrevistador.” Segundo o mesmo autor esse questionário pode ser dos seguintes tipos:

a) Estruturado não disfarçado: o respondente sabe qual é o objetivo da pesquisa, e o questionário é padronizado, usando principalmente questões fechadas;

b) Não estruturado: não disfarçado, neste caso usa-se mais questões abertas e o respondente sabe qual é o objetivo da pesquisa;

c) Não estruturado disfarçado: usa técnicas projetivas (completar sentenças, etc.) para conseguir as informações, sem que o respondente saiba a finalidade da pesquisa;

d) Estruturado disfarçado: tenta através da tabulação e cruzamento de informações, descobrir a importância de um assunto para a pessoa, indiretamente.

Para cada tipo de questionário deve-se escolher o melhor formato das respostas, de acordo com Aaker *et al.* (2001), as questões podem ser:

- Abertas – onde os respondentes ficam livres para responderem com suas próprias palavras, sem se limitarem a escolha entre um rol de alternativas.
- Fechadas ou múltipla escolha – onde os respondentes optarão por uma das alternativas, ou por um determinado número permitido de opções.
- Dicotômicas – são aquelas que apresentam apenas duas opções de respostas, de caráter bipolar, do tipo: sim/não; concordo/não concordo; gosto/não gosto. Por vezes, uma terceira alternativa é oferecida, indicando desconhecimento ou falta de opinião sobre o assunto.

Conforme estas classificações, esta pesquisa utilizou um questionário não estruturado, com perguntas abertas, o que se justifica segundo Günther e Lopes Júnior

(1990). Estes tipos de questionamentos são utilizados para poucos respondentes, no caso desta pesquisa, para um universo de sete empresas respondentes, e quando as circunstâncias são: 1) quando não se conhece todas as possíveis respostas de uma pergunta; 2) há muitas alternativas possíveis; 3) objetiva-se a coleta de respostas nas próprias palavras do respondente. Ainda segundo os autores, há uma grande preferência por perguntas abertas, devido a liberdade de expressão oferecida e demonstra-se respeito para com as opiniões das pessoas, em vez do pesquisador fazê-la.

Basicamente, o processo de construção do questionário obedeceu aos passos propostos por Aecker *et al.* (2001), com adaptações conforme observa-se na Quadro 5.

Quadro 5: Passos para a elaboração de um questionário.

Etapa	Passos
Planejar o que vai ser Mensurado	Evidenciar os objetivos da pesquisa
	Definir o assunto da pesquisa em seu questionário
	Obter informações adicionais sobre o assunto da pesquisa a partir de fontes de dados secundários e pesquisa exploratória
	Determinar o que vai ser perguntado sobre o assunto da pesquisa
Dar Forma ao Questionário	Para cada assunto, determinar o conteúdo de cada pergunta
	Decidir sobre o formato de cada pergunta
Texto das Perguntas	Determinar como as questões serão redigidas
	Avaliar cada uma das questões em termos de sua facilidade de compreensão, conhecimentos e habilidades exigidos, e disposição dos respondentes.
Decisões sobre Seqüenciamento e Aparência	Dispor as questões em uma ordem adequada
	Agrupar todas as questões de cada sub-tópico para obter um único questionário
Pré-Teste e Correção de Problemas	Ler o questionário inteiro para verificar se faz sentido, e se consegue mensurar, o que está previsto para ser mensurado
	Verificar possíveis erros no questionário
	Fazer o pré-teste no questionário
	Corrigir o problema

Fonte: Aecker *et al.* (2001).

Após a aplicação de todas as etapas definidas no quadro acima, pôde-se obter maior confiabilidade de sequenciamento lógico para a aplicação do questionário, afim de se coletar os dados o mais próximo possíveis com o objetivo da pesquisa.

➤ Na segunda etapa, uma árvore de uma empresa é utilizada para avaliar o desempenho de um dos seus fornecedores mais críticos, gerando um modelo de análise para o método e como será a aplicação da arborescência criada para o setor, para uma empresa que queira adotar o método para a avaliação de desempenho e seleção de seus fornecedores.

O método realizado constitui: (i) Levantamento dos métodos antecedentes de seleção; (ii) Definição das empresas a serem estudadas; (iii) Construção de indicadores

de desempenho de fornecedores, com a aplicação do primeiro questionário; (iv) Avaliação: especialistas de compras de uma das empresas, avaliaram o desempenho dos fornecedores segundo a estrutura definida do método AHP, utilizando o *software Expert Choise*, software que utiliza a metodologia do AHP, seguindo a estrutura de seus cálculos e sequenciamento dos multicritérios; (v) Classificação dos critérios e subcritérios mais importantes para as empresas e a classificação de desempenho para um dado fornecedor; (vi) Proposição de uma arborescência genérica que se adeque ao setor, com base nas estruturas de cada uma das empresas consideradas na amostra.

### 3.6.

#### **Análise dos Dados**

Após a implementação do método, têm-se como subprodutos os critérios e subcritérios e seus respectivos pesos, mais adequados a compor uma arborescência que seja aplicada ao setor mineral, formando, com isso, um *ranking* de preferência de acordo com as alternativas de suprimento. Deste modo, esta pesquisa irá identificar quais os critérios e subcritérios que obtêm maiores pesos e sugerir a utilização destes, para a composição de uma árvore que melhor avalie e acompanhe o desempenho dos fornecedores, de forma a auxiliar na seleção para possíveis contratos de suprimentos.

São geradas tabelas e gráficos de desempenho, para que as empresas em estudo possam visualizar melhor as informações a respeito do método aplicado, como uma ferramenta de identificação de pontos de melhoria, com a finalidade de estreitar suas relações com seus parceiros.

### 3.7.

#### **Delimitações do Estudo**

Com a burocracia, por parte das potenciais empresas a serem consideradas no estudo, no que se refere à delegação de quais os profissionais que seriam responsáveis por responder aos questionamentos desta pesquisa, tem-se como delimitação deste estudo a não participação do total de sete empresas, para a composição do método de avaliação para o setor de mineração, observando-se, também como fator limitante, o tempo disponível para a execução da pesquisa.

## 4.

### ESTUDO MULTI CASOS

#### 4.1.

#### REPRESENTANTES DO SETOR MINERAL NO ESTADO DO PARÁ

Nesta seção são apresentadas as empresas representantes do setor mineral no Estado do Pará. Ressalta-se que algumas das empresas em estudo têm suas matrizes situadas em outros países e, assim, a coleta das informações mais gerais foi realizada basicamente na *home Page* de cada uma delas, estando disponíveis seus endereços eletrônicos nas referências desta pesquisa.

##### 4.1.1.

#### ALCOA

A Alcoa é a principal produtora mundial de alumínio primário e alumínio industrializado e a maior mineradora de bauxita e refinadora de alumina do mundo. Por meios de suas inovações, além de ter criado a atual indústria de alumínio, tem sido a responsável pelas maiores realizações dos mercados automotivo, aeroespacial, de embalagens, de construção, de transporte comercial, de produtos eletrônicos e industriais por mais de 125 anos.

Entre as soluções da Alcoa, estão os produtos laminados, extrudados, forjados, rodas Alcoa®, sistemas de fixação e construção, fundição e pelo processo de cera perdida, além de uma longa experiência com outros metais leves, como superligas de níquel e titânio.

A sustentabilidade é parte integrante das práticas operacionais e dos projetos e engenharia de produtos que a Alcoa oferece aos clientes. A Alcoa tem sido membro do Índice Dow Jones de sustentabilidade desde 2001.

A Alcoa emprega aproximadamente 61.000 pessoas, em mais de 200 locais, em 30 países no mundo todo.

Em 2011, a Alcoa e a Alcoa Foundation contribuíram com mais de US\$ 38 milhões para organizações sem fins lucrativos em todo o mundo, com o objetivo de melhorar comunidades e o meio ambiente, e de preparar os líderes de amanhã para carreiras ligadas a ciências, tecnologia, engenharia, matemática e produção. Com tais objetivos se atingiu o recorde de 56% dos seus funcionários participando do Mês de serviço voluntário anual da empresa e contribuindo com 900.000 horas.

Após alguns anos de prospecção mineral por toda a região de Juruti, no oeste do Pará, realizada pela empresa Reynolds Metals, a Alcoa decidiu adquirir desta empresa no ano de 2000 os direitos de pesquisa na região e iniciar pesquisas aprofundadas nos platôs Capiroanga, Guaraná e Mauari, localizados nos limites municipais de Juruti. Diante da decisão de investir na mineração de bauxita, a empresa estabeleceu o processo de licenciamento e construção do empreendimento de mineração. A Mina de Bauxita entrou em operação em setembro de 2009.

Com uma reserva de cerca de 700 milhões de toneladas métricas, Juruti possui um dos maiores depósitos de bauxita de alta qualidade do mundo. A capacidade produtiva inicial foi de 2,6 milhões de toneladas métricas anuais e, atualmente, a Mina de Bauxita de Juruti opera com capacidade de 3,6 milhões de toneladas métricas/ano. Além das frentes de lavra, outras instalações completam o empreendimento. As instalações da área de beneficiamento de bauxita, situadas a cerca de 60 quilômetros da cidade. A ferrovia construída pela empresa, de aproximadamente 55 quilômetros de extensão, opera com 40 vagões, cada um com capacidade para transportar 80 toneladas. O terminal portuário de Juruti, a dois quilômetros do centro da sede do município, às margens do Rio Amazonas, tem capacidade para acomodar navios de até 75 mil toneladas, similares aos que navegam no Canal do Panamá.

#### **4.1.2.**

#### **DOW CORNING**

A Dow Corning oferece soluções que atendem às diversas necessidades de mais de 25.000 clientes em todo o mundo. Líder global em silicones, tecnologia à base de silício e inovação, a Dow Corning oferece mais de 7.000 produtos e serviços através de suas marcas Dow Corning® e XIAMETER® . O controle acionário da Dow Corning é

dividido igualmente entre as empresas The Dow Chemical Company e Corning, Incorporated. As operações globais da Dow Corning seguem a iniciativa de Atuação Responsável do Conselho Americano de Química (American Chemistry Council's Responsible Care® initiative), um conjunto rígido de normas, criado para estimular o avanço seguro e administração controlada de produtos e processos químicos.

A Dow Corning Metais do Pará integra a Dow Corning Corporation, seu destaque é a sustentabilidade na produção do silício e em suas aplicações.

### A IMPORTÂNCIA DO SILÍCIO

O silício é a base para produção de eletrônicos e silicões. Está presente em cosméticos, medicamentos, automóveis, edifícios, computadores, celulares e em muitos outros produtos utilizados em nosso dia a dia. Também está presente na transformação de energias renováveis, por ser utilizado na fabricação de painéis solares, que transformam a energia do sol em energia elétrica. Portanto, é essencial à vida moderna.

Para que tudo isso ocorra, o trabalho da Dow Corning Metais do Pará é fundamental. Primeiro há a mineração de quartzo, que é o minério de silício. Depois, há a combinação do quartzo com carvão vegetal e o cavaco de madeira, que passa por um processo de transformação em fornos elétricos, originando o silício metálico. A partir de então, outras fábricas da Dow Corning pelo mundo transformam o material em seus produtos e serviços à base de silício, são produzidos silício eletrônico, solar e silicões.

### SUSTENTABILIDADE

A sustentabilidade é a base do trabalho desenvolvido na Dow Corning Metais do Pará. A energia limpa e renovável da Hidroelétrica de Tucuruí alimenta o processo produtivo da empresa, que utiliza matéria-prima vegetal, carvão e cavaco, provenientes de áreas de reflorestamento com eucaliptos e manejo da floresta nativa.

Nas fazendas da empresa, a Água Azul I e II, há projetos de reflorestamento com plantio de eucalipto que garantem o abastecimento da fábrica de silício, e 80% da área total é mantida como floresta nativa. Para desenvolvimento desses projetos, os recursos florestais são explorados de forma ecologicamente correta, respeitando ciclos de vida florestal e a manutenção de espécies nativas.

Além disso, a empresa desenvolve projetos de mineração de quartzo, garantindo a correta recuperação das áreas mineradas. Em modernas instalações para despoejamento, os gases que emanam do funcionamento dos fornos de silício são

filtrados nesses fornos e transformados na Sílica Ativa Dow Corning, utilizada na construção civil para obtenção de concreto de alta resistência e na indústria de materiais refratários.

#### **4.1.3.**

### **VOTORANTIM CIMENTOS**

Presente no negócio de materiais básicos de construção (cimento, concreto, agregados e produtos complementares) desde 1936, a Votorantim Cimentos é, atualmente, uma das oito maiores empresas globais do setor, com forte presença nas Américas, Europa, Ásia e África destacando-se pela sua excelência operacional e práticas de gestão.

No Brasil, mantém a liderança de mercado com 40% de participação. Possui 60 unidades de produção em praticamente todos os estados brasileiros e 100 centrais de concreto. Comercializa mais de 40 produtos, com destaque para as marcas Votoran, Itaú, Poty, Tocantins, Aratu, Votomassa e Engemix. Na América do Norte, opera 6 fábricas de cimento, 150 unidades de agregados e concreto e possui ainda participações acionárias na Bolívia, Chile, Argentina, Uruguai e Peru.

Em 2012, a Votorantim Cimentos passou a atuar também nos mercados da Turquia, Marrocos, Tunísia, Índia, China e Espanha, incorporando 13 fábricas de cimento, uma fábrica de clínquer, 8 moagens, 78 centrais de concreto, 22 plantas de agregados, 5 unidades de argamassas e uma unidade de cal hidratada. Com esta iniciativa adicionou 16.5 milhões de toneladas à sua capacidade produtiva mundial, passando de 34 milhões para 50.5 milhões de toneladas por ano.

É uma das pioneiras na utilização do coprocessamento, tecnologia produtiva que elimina de forma econômica, eficiente e ambientalmente correta os resíduos industriais gerados nos fornos de cimento. Desde 2005, a empresa já coprocessou um volume superior a 3 milhões de toneladas de resíduos, especialmente pneus usados, solventes químicos, óleos e materiais inservíveis. No campo da responsabilidade social corporativa, desenvolve diversos programas de longo prazo, voltados à educação profissional e inserção de jovens no mercado de trabalho, além do desenvolvimento socioeconômico dos municípios onde está presente.

Uma das maiores empresas globais do setor de materiais essenciais de construção, a Votorantim Cimentos destaca-se por sua excelência operacional e logística, seu sistema de gestão replicável, atração e desenvolvimento de talentos e o compromisso com a responsabilidade socioambiental.

#### **4.1.4.**

#### **HYDRO**

A Hydro tem 105 anos de história como indústria. Durante todo esse tempo, vem desenvolvendo recursos naturais em produtos muito importantes.

No Brasil, trabalha há muitas décadas com a Vale na operação de bauxita MRN (Mineração Rio do Norte) e são muitos os anos como sócios proprietários da Alunorte e donos de uma grande firma de extrusão em Itu.

A aquisição das atividades de bauxita, alumina e alumínio da Vale no Pará foi um passo importante para a Hydro. A empresa está participando intensivamente de todas as partes da cadeia de valores do alumínio - desde a matéria prima até os produtos manufaturados.

Nos últimos anos, a maioria dos colaboradores da Hydro se encontra na Alemanha e na Noruega. Na Noruega, os principais produtos são energia elétrica e alumínio. Na Alemanha, os principais produtos são alumínio extrudado e laminado, e sistemas de construção. Entretanto, no Brasil, tem mais de 4.000 funcionários e conta com uma grande variedade de atividades em, praticamente, todas as partes da cadeia de valores.

A Hydro extrai a bauxita no município de Paragominas (PA) depois a refina em alumina na Alunorte, em Barcarena (PA) e, finalmente, produz o alumínio na Albrás, também em Barcarena (PA). Além disso, a empresa já participa do segmento de extrusão de alumínio em Itu (SP) há muitos anos, onde produz extrusões e tubos de bauxita.

O alumínio é o terceiro elemento mais abundante da crosta terrestre. Há vários minerais diferentes. A bauxita é a matéria-prima mais comum para fabricar a alumina destinada à produção do metal de alumínio. As jazidas de bauxita se encontram principalmente num largo cinturão em torno da linha do Equador. As minas de bauxita da Hydro estão localizadas no Estado do Pará, na região Norte do Brasil. Uma parte

significativa da bauxita da Hydro passa por refinamento nas próprias unidades da empresa, enquanto outra parte é vendida diretamente a outras empresas.

O Óxido de alumínio, também conhecido como Alumina é matéria-prima necessária para produzir alumínio primário. Trata-se de um pó branco, produzido pelo refino de bauxita. São necessárias cerca de 2 (duas) toneladas de alumina para produzir uma tonelada de alumínio pelo processo de eletrólise. A alumina também é usada para uma série de outros fins, por exemplo, a purificação de água e como aditivo em diversas aplicações.

A Hydro produz alumina na Alunorte, no Brasil, a maior refinaria de alumina do mundo. Uma parte é utilizada como base para a produção de alumínio da própria Hydro, mas grande parte é vendida a outras empresas.

#### **4.1.5.**

#### **MINERAÇÃO RIO DO NORTE - MRN**

Maior produtora brasileira de bauxita, matéria-prima do alumínio, a Mineração Rio do Norte – MRN é uma empresa constituída por uma associação de empresas nacionais e estrangeiras que, desde 1979, opera em plena Amazônia, no oeste do estado do Pará. Seu negócio é extrair, beneficiar e comercializar bauxita.

As operações da MRN em Porto Trombetas consistem na extração do minério, beneficiamento, transporte ferroviário, secagem e embarque de navios. A capacidade inicial de produção de bauxita da empresa foi de 3,35 milhões de toneladas anuais, mas ao longo de sua operação esta capacidade expandiu-se gradativamente, em função do aumento da demanda de mercado e da grande aceitação da bauxita produzida pela MRN nas refinarias de todo o mundo. Atualmente, a sua capacidade de produção instalada de 18,1 milhões de toneladas ao ano, uma das maiores instalações do mundo.

Hoje a MRN opera as minas Saracá V, Saracá W e Bela Cruz. Nelas, o minério encontra-se a uma profundidade média de 8 m, coberto por uma vegetação densa e uma camada estéril composta de solo orgânico, argila, bauxita nodular e laterita ferruginosa. Para ser lavrada, a bauxita tem que ser decapeada, operação se faz de forma sequencial, em faixas regulares, onde o estéril de cobertura escavado é depositado na faixa adjacente, na qual o minério fora anteriormente lavrado. Da lavra, o minério escavado é

transportado por caminhões rodoviários até as instalações de britagem, onde é reduzido a uma granulometria de até três polegadas. De lá, ele segue através de correias transportadoras para as instalações de lavagem, ciclonagem e filtragem. Do processo de beneficiamento resultam aproximadamente 25% de massa sólida como rejeito de bauxita, que é depositada nos reservatórios construídos em áreas já mineradas, no platô Saracá. Depois de beneficiado, o minério é transportado da área da Mina até o Porto, ao longo de uma ferrovia de 28 km. Nesta operação, são utilizados trens, cada um deles com 46 vagões. Como a bauxita pode ser comercializada tanto úmida quanto seca, na área do Porto, o minério pode ter dois destinos antes de embarcar em navios: ou alimenta os três fornos secadores ou segue úmido para o pátio de estocagem. O porto tem calado para receber navios com capacidade aproximada de 60 mil toneladas.

#### **4.1.6.**

#### **COLOSSUS**

Colossus é uma empresa canadense de desenvolvimento e exploração de minérios. Seu foco principal é fazer avançar o projeto de produção em Serra Pelada, no Pará, Brasil. Serra Pelada é palco de um das maiores reservas dos metais ouro e platina no mundo.

A fim de definir a reserva de Serra Pelada, foi desenvolvido um programa de desenvolvimento e exploração subterrânea que foi iniciado em meados de 2010. A Colossus está na fase o desenvolvimento de escavação no subsolo, o que irá proporcionar o acesso para a exploração subterrânea e definição de perfuração, assim como para proporcionar o acesso ao corpo de minério para a produção inicial na segunda metade de 2013.

#### 4.1.7.

### VALE

Com operações, escritórios, explorações e *joint ventures* espalhados pelos cinco continentes, a Vale é a segunda maior mineradora do mundo. Com sede no Brasil, mas atuante em 37 países, emprega mais de 187 mil pessoas, entre profissionais próprios e terceirizados.

Fundada em 1942, pelo presidente Getúlio Vargas, a então Companhia Vale do Rio Doce (CVRD) começou suas operações na cidade de Itabira (Minas Gerais), com uma capacidade de operação de 40 mil toneladas no ano. Atualmente, a empresa alcança uma produção de aproximadamente 323 milhões de toneladas anuais, com um faturamento de 17,3 bilhões de dólares.

Como se trata de uma empresa de grande porte, no Pará tem suas operações voltadas para Ferro, Bauxita, Níquel, Caulim, Ouro, Cobre, Manganês, Zinco entre outros minérios. A inauguração do terminal do porto da madeira, em São Luís (MA) possibilitou a VALE um melhor escoamento da sua produção, reduzindo seus custos logísticos e explorando a proximidade com o oceano Atlântico.

A empresa tem em seu escopo a responsabilidade social e a preservação do meio ambiente, participando de vários projetos sociais, nas cidades e estados onde atua. Realiza ações que visam preservar cerca de 400 mil hectares da floresta Amazônica. Considerada a única empresa da América Latina listada no *Carbon Disclosure Leadership Index*, índice que acompanha as reduções de emissão de gases poluentes e economia de água de organizações e cidades.

## 4.2.

### ANÁLISE DE DADOS

Nesta etapa são explanados e analisados os dados coletados, considerando o conjunto das empresas que participaram do presente estudo. Vale ressaltar que este estudo trabalha com um universo de 4 empresas respondentes, pois das sete empresas de mineração instaladas no Estado do Pará, apenas estas colaboraram em tempo hábil aos questionamentos do trabalho, o que equivale a 57% do total, sendo significativo para representar o setor. Por motivos de confidencialidade, as empresas serão chamadas de Empresas A, B, C e D.

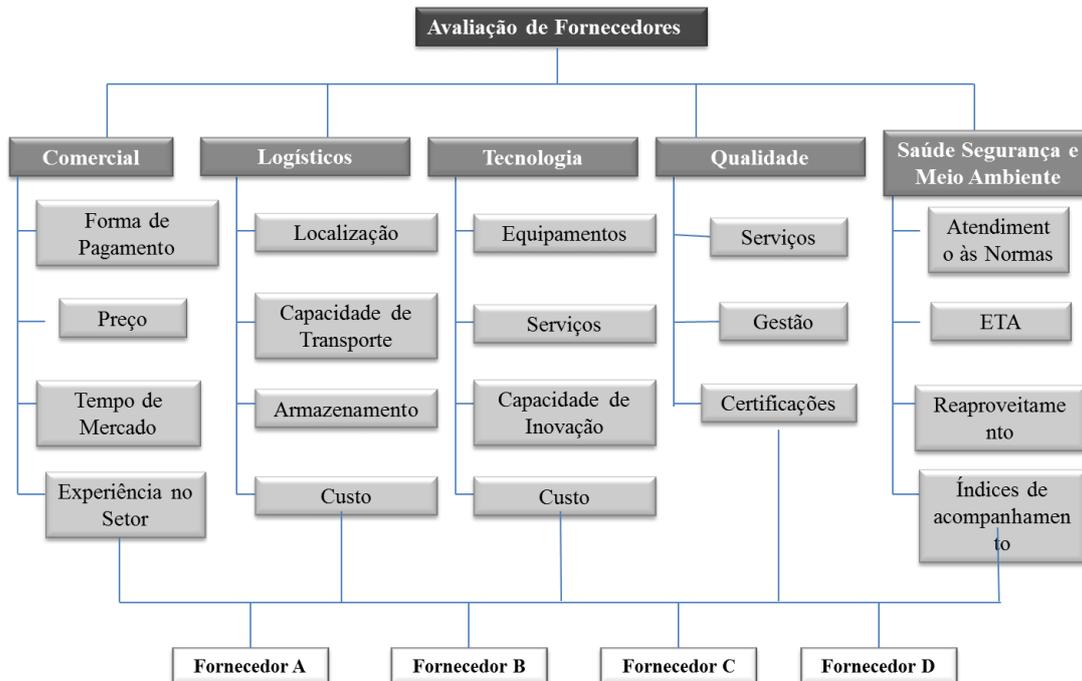
#### 4.2.1.

##### Empresa A

De acordo com a aplicação da metodologia, foram coletados os principais critérios e subcritérios a serem levados em consideração no processo de avaliação de fornecedores, afim de tornar possível construir a árvore que representa os critérios e subcritérios de avaliação de fornecedores do setor mineral no Estado do Pará. Para a Empresa A, os critérios e subcritérios contidos no questionário desta pesquisa se assemelharam com os já aplicados no processo de avaliação/seleção de seus fornecedores, divergindo somente o critério “Saúde, Segurança e Meio Ambiente”. Para este critério, foram enumerados os subcritérios de “Atendimento às Normas”, “Estação de Tratamento de Água - ETA”, “Reaproveitamento” e “Índices de Acompanhamento”.

O departamento de suprimento da Empresa A apresenta uma ampla equipe técnica para realização de todo o processo de contratação e acompanhamento de desenvolvimento de seus fornecedores e, de acordo com as respostas do questionário, os insumos considerados fundamentais ao processo produtivo são representados pelo abastecimento de combustíveis e peças para manutenção dos equipamentos. Como equipamentos foram relacionados os relacionados a transporte de minério, planta de lavagem, planta de secagem e carregador de navios. Para os serviços fundamentais, a Empresa A relacionou os serviços de manutenção e infraestrutura para o melhor andamento de seu processo produtivo. Quando questionada sobre o sistema de

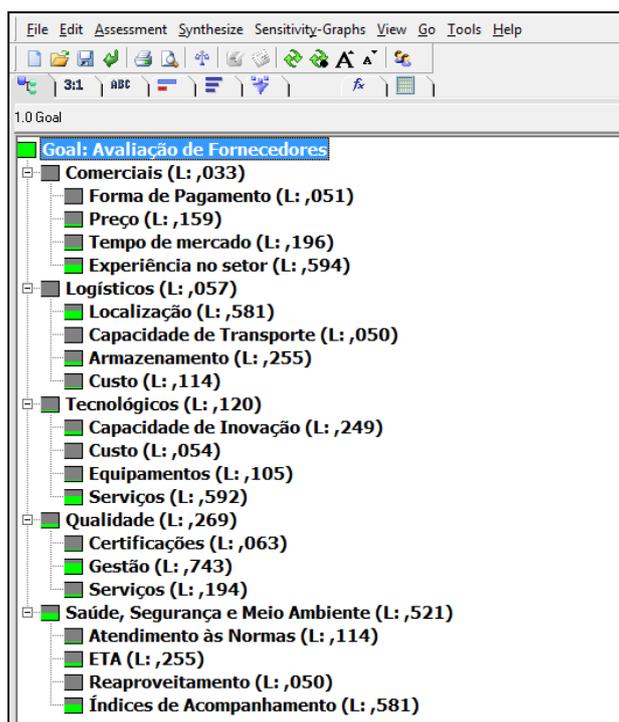
acompanhamento e desenvolvimentos dos fornecedores, a Empresa afirmou que mantém contratos de quatro anos e os avalia periodicamente. A Figura 11 apresenta a árvore hierárquica de critérios da Empresa A, gerada a partir do tratamento das respostas obtidas com a aplicação do questionário.



Fonte: Autor (2013).

Figura 11: Árvore hierárquica da Empresa A.

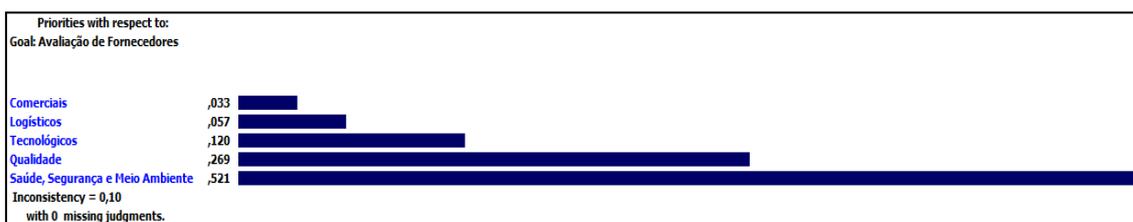
Para que sejam avaliados os pesos oferecidos a cada um dos critérios e subcritérios, foi aplicado o *software Expert Choice* e os resultados podem ser visualizados na Figura 12. Para a Empresa A não houve quaisquer inconsistências no decorrer da análise de acordo com a classificação proposta por Saaty, que rege que o valor dever ser menos 0,09.



Fonte: Autor (2013).

Figura 12: Árvore hierárquica da Empresa A

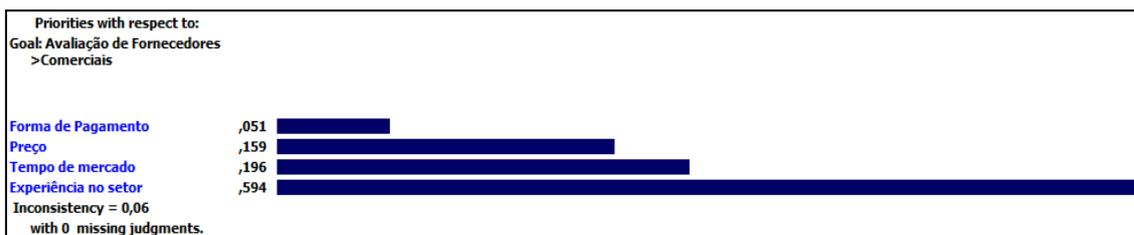
Com a Figura 13 pode-se perceber a importância de Segurança, Saúde e Meio Ambiente para o processo de avaliação de fornecedores, com cerca de 52% de importância. Seguida dos critérios Qualidade, com 26%, e Tecnológicos, com 12%. Os critérios Logísticos e Comerciais não foram considerados fundamentais para a Empresa A.



Fonte: Autor (2013).

Figura 13: Ponderação de pesos para os critérios da Empresa A.

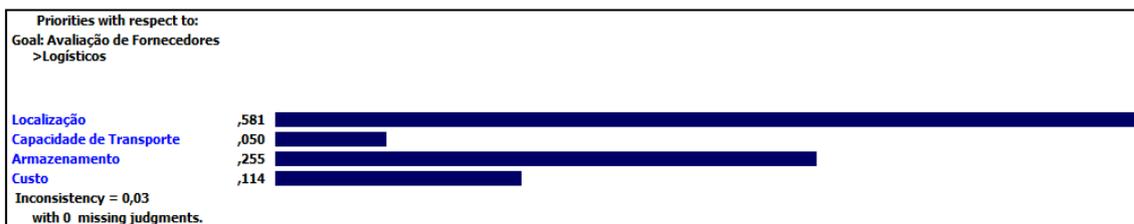
Dentro do critério Comercial, Figura 14, foram enumerados alguns subcritérios que irão compor a análise de avaliação. Nota-se que a Empresa A valoriza mais o subcritério de Experiência no setor, seguido de Tempo de Mercado, Preço e Forma de Pagamento. Vale ressaltar que este subcritério apresenta um baixo valor no contexto total de avaliação.



Fonte: Autor (2013).

Figura 14: Ponderação de pesos para os subcritérios (Comercial) da Empresa A.

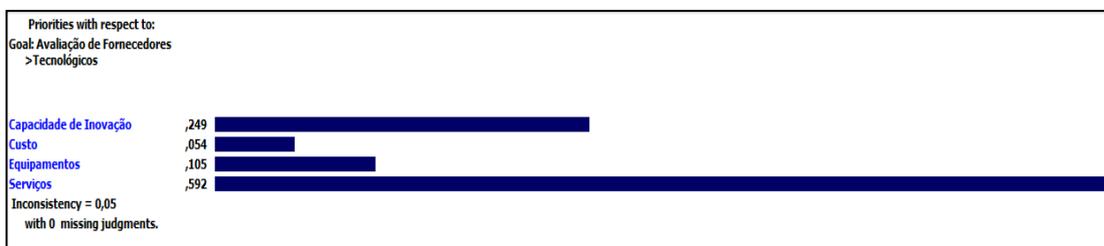
O critério Logístico apresenta como subcritérios: Localização, Capacidade de Transporte, Armazenamento e Custos Logísticos (Figura 15). A Empresa A considera como subcritério Logístico fundamental a Localização, com um percentual de 58%, seguido pelo Armazenamento, com 25%. Custos Logísticos e Capacidade de Transportes obtiveram baixos percentuais em relação aos pesos fornecidos ao critério Logístico.



Fonte: Autor (2013).

Figura 15: Ponderação de pesos para os subcritérios (Logísticos) da Empresa A.

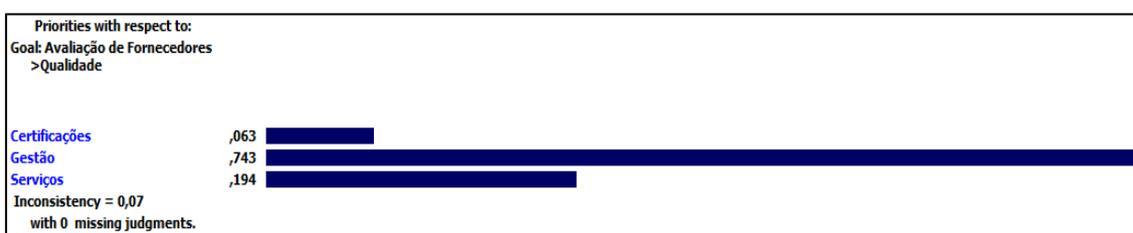
Para o critério Tecnológico, foram enumerados os subcritérios: Capacidade de Inovação, Custos Tecnológicos, Equipamentos e Serviços. Na Figura 16, verifica-se a grande importância dos fornecedores da Empresa A apresentarem seus serviços com melhorias Tecnológicas, sendo atribuído cerca de 59% do peso da distribuição para este subcritério. Em segundo lugar observa-se o subcritério Capacidade de Inovação, seguido de Equipamentos e Custos Tecnológicos.



Fonte: Autor (2013).

Figura 16: Ponderação de pesos para os subcritérios (Tecnológicos) da Empresa A.

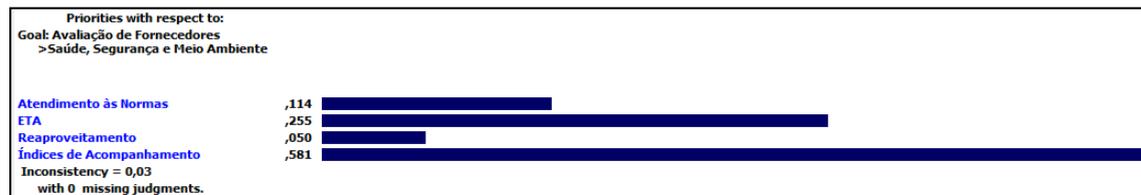
No critério Qualidade, foram considerados os subcritérios como: Certificações, Gestão da Qualidade e Qualidade de Serviços (Figura 17). Todos esses critérios são considerados fundamentais para a Empresa A, pois Qualidade é o segundo colocado em um ranking de importância para a avaliação e desenvolvimentos de fornecedores da referida empresa. O subcritério de Gestão da Qualidade foi o que obteve um maior peso neste critério com um percentual de 73% de importância, pois para a Empresa A é fundamental que seus fornecedores gerenciem seus produtos e processos, buscando sempre a melhoria dos fatores de qualidade. Serviços de Qualidade ficou em segundo lugar, com um peso de 20%. Certificações como ISO 9000 e 14000 são importantes ferramentas para garantir a credibilidade dos fornecedores, mas para a empresa em estudo são considerados em terceiro lugar em um ranking de importância.



Fonte: Autor (2013).

Figura 17: Ponderação de pesos para os subcritérios (Qualidade) da Empresa A.

De acordo com o que foi citado anteriormente, o critério Saúde, Segurança e Meio Ambiente foi considerado o mais importante para a Empresa A. Este critério é composto pelos seguintes subcritérios (Figura 18): Atendimento às Normas, Estação de Tratamento de Água, Reaproveitamento e Índices de Acompanhamento (como números de acidentes, quantidade multas ambientais, recall etc). Após a aplicação do questionário e o desenvolvimento no *software Expert Choice*, foi verificado que a Empresa A atribui um peso maior ao subcritério de Índices de Acompanhamento e, assim, é importante que os fornecedores estejam acompanhando seus próprios indicadores e apresentem informações confiáveis sobre a importância de seus colaboradores e o meio ambiente. Em segundo lugar, tem-se o subcritério ETA (Estação e Tratamento de Água) com 25%, seguido pelo Atendimento às Normas e legislações. Em quarto lugar, tem-se o Reaproveitamento a ser levado em consideração neste processo de seleção e avaliação.



Fonte: Autor (2013).

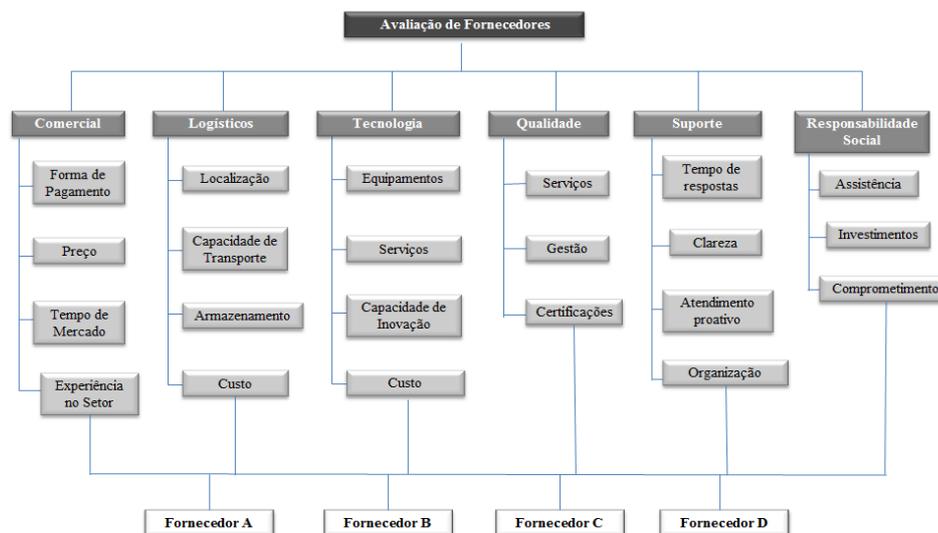
Figura 18: Ponderação de pesos para os subcritérios (Saúde, Segurança e Meio Ambiente) da Empresa A.

Com estes dados é possível observar quais os critérios e subcritérios que a Empresa A mais utiliza para o processo de avaliação, seleção e acompanhamento de desempenho de seus fornecedores.

#### 4.2.2.

### Empresa B

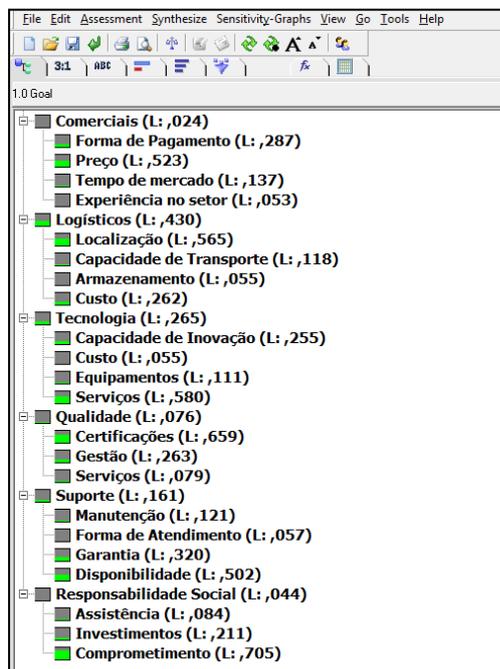
O gestor que respondeu a pesquisa pela empresa B foi o seu coordenador de logística. A Empresa B também faz parte do grupo que compõe o setor mineral no Estado do Pará. Para a Empresa B os equipamentos ligados ao transporte de minério são considerados fundamentais para seu processo produtivo e os fornecedores destes devem ser acompanhados mais profundamente. Como insumos apontados como críticos, o gestor considerou combustíveis e produtos químicos para o processo de transformação. Os serviços principais estão relacionados aos serviços de manutenção e reflorestamento, pois a empresa prioriza ações relacionadas à sua imagem. A Empresa B já mantém um processo de avaliação de desempenho dos fornecedores. Com a Figura 19, observa-se a estrutura de critérios da Empresa B.



Fonte: Autor (2013).

Figura 19: Árvore hierárquica da Empresa B.

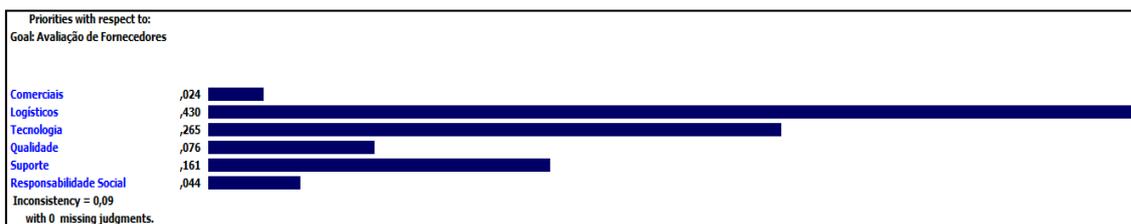
Para a análise da árvore de decisão da Empresa B, o *software Expert Choice* foi aplicado, identificando, com isso, o grau de importância de cada critério no processo de escolha de um novo fornecedor, os resultados podem ser visualizados na Figura 20.



Fonte: Autor (2013).

Figura 20: Árvore hierárquica da Empresa B.

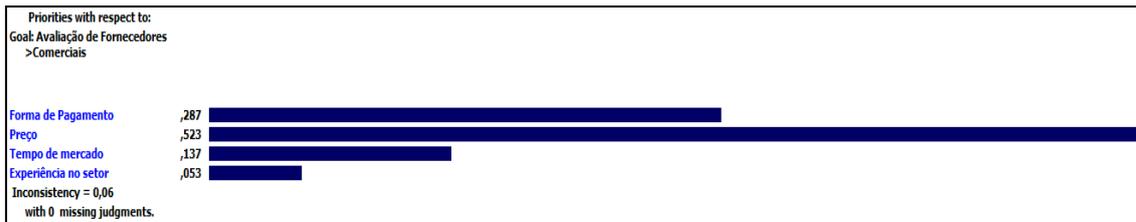
De acordo com os resultados obtidos com a entrevista na Empresa B, pode-se verificar que os critérios Logísticos são os de principal importância no processo, com 43% do peso decisório. Abaixo estão os critérios relacionados à Tecnologia e Suporte oferecido pela prestadora de serviço, com 26,5% e 16,1% da importância, respectivamente. Não havendo inconsistências entre as respostas, conforme a Figura 21.



Fonte: Autor (2013).

Figura 21: Ponderação de pesos para os critérios da Empresa B.

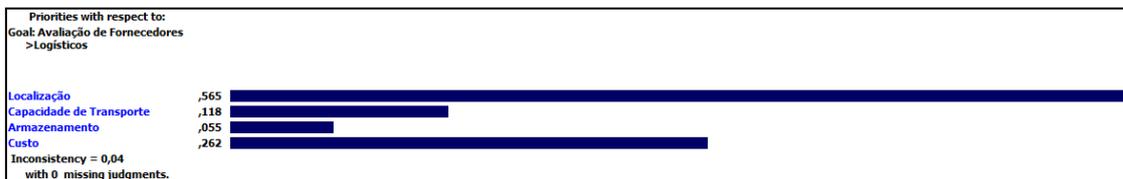
Para os subcritérios da área Comercial, é perceptível a importância do item Preço na composição dos itens avaliativos, seguido pela Forma de pagamento, Tempo de mercado e Experiência no setor, como observado na Figura 22.



Fonte: Autor (2013).

Figura 22: Ponderação de pesos para os subcritérios (Comercial) da Empresa B.

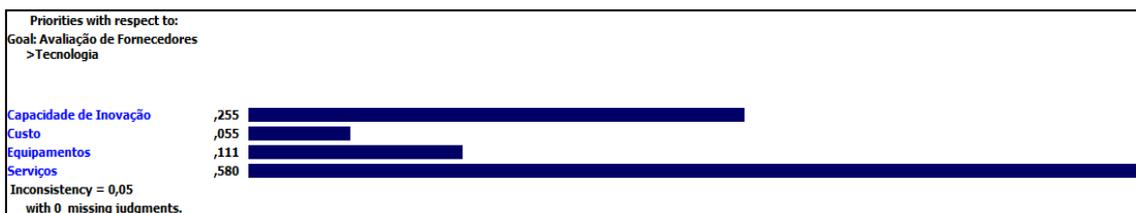
O critério Logístico apresenta como subcritérios, em ordem decrescente de importância, na Empresa B: Localização, Custos, Capacidade de Transporte, Armazenamento (Figura 23). Para a Localização do fornecedor e o Custo, estes correspondem, juntos, a 82,7% da importância do critério, uma vez que para a Empresa B os fatores logísticos são os itens mais importantes a serem avaliados. Não havendo inconsistências.



Fonte: Autor (2013).

Figura 23: Ponderação de pesos para os subcritérios (Logístico) da Empresa B.

Para o critério Tecnológico, na Empresa B foi constatado que o subcritério Serviços e Capacidade de inovação são de grande importância para a escolha de fornecedores (Figura 24). O critério Tecnologia foi identificado como o segundo mais importante para o processo decisório. É importante ressaltar que para este critério não houve inconsistências, uma vez que o índice ficou abaixo de 0,1.

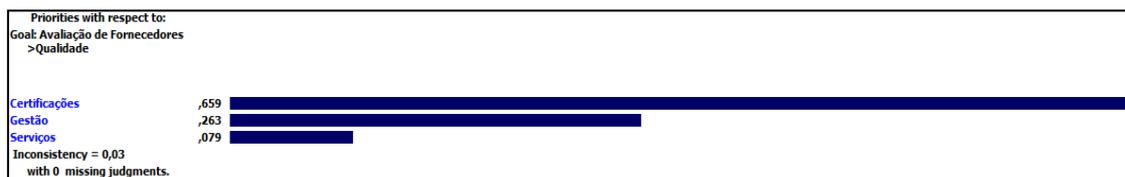


Fonte: Autor (2013).

Figura 24: Ponderação de pesos para os subcritérios (Tecnológicos) da Empresa B.

No critério Qualidade, foram considerados subcritérios como: Certificações, Gestão da Qualidade e Qualidade de Serviços (Figura 25). Na Figura 25 fica nítida a importância das certificações ISO 9000 e 14000 como importantes ferramentas para

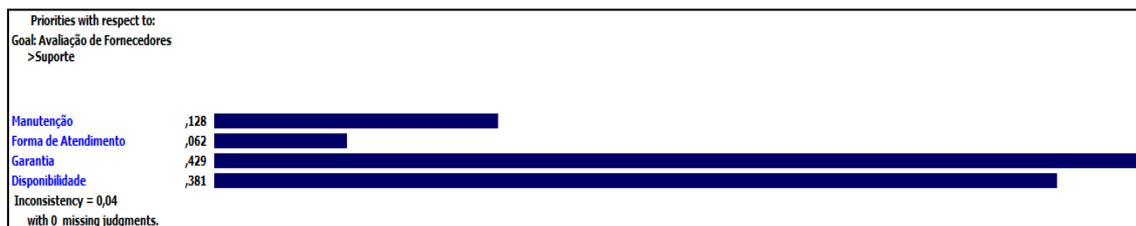
garantir a credibilidade dos fornecedores. Por outro lado, não houve inconsistências nas respostas analisadas.



Fonte: Autor (2013).

Figura 25: Ponderação de pesos para os subcritérios (Qualidade) da Empresa B.

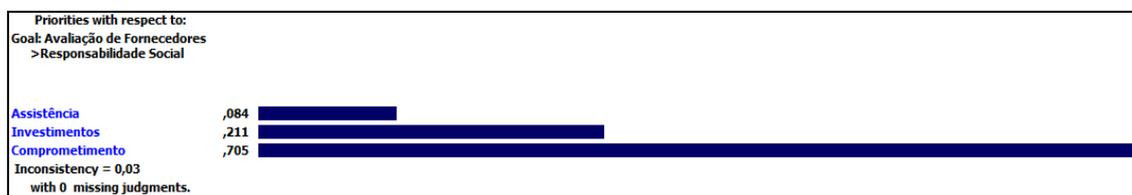
Como quarto critério avaliativo, a Empresa B elegeu o item suporte (Figura 26), que trata dos aspectos relativos à manutenção de equipamentos ou fornecimento de insumos para a produção. O principal subcritério, na avaliação da companhia, se refere à disponibilidade que o fornecedor oferece (horários de atendimento, entre outros), com 50,2% da importância, em segundo lugar está a garantia pela prestação de serviço, 32% da importância. Ressalta-se, ainda, que não foram identificadas inconsistências na análise.



Fonte: Autor (2013).

Figura 26: Ponderação de pesos para os subcritérios (Suporte) da Empresa B.

O último critério avaliativo para a Empresa B se refere à Responsabilidade social que o fornecedor demonstra para com a sociedade. Os subcritérios mais importantes são: Comprometimento, Investimentos e Assistência, respectivamente (Figura 27). Não havendo inconsistências para este critério.



Fonte: Autor (2013).

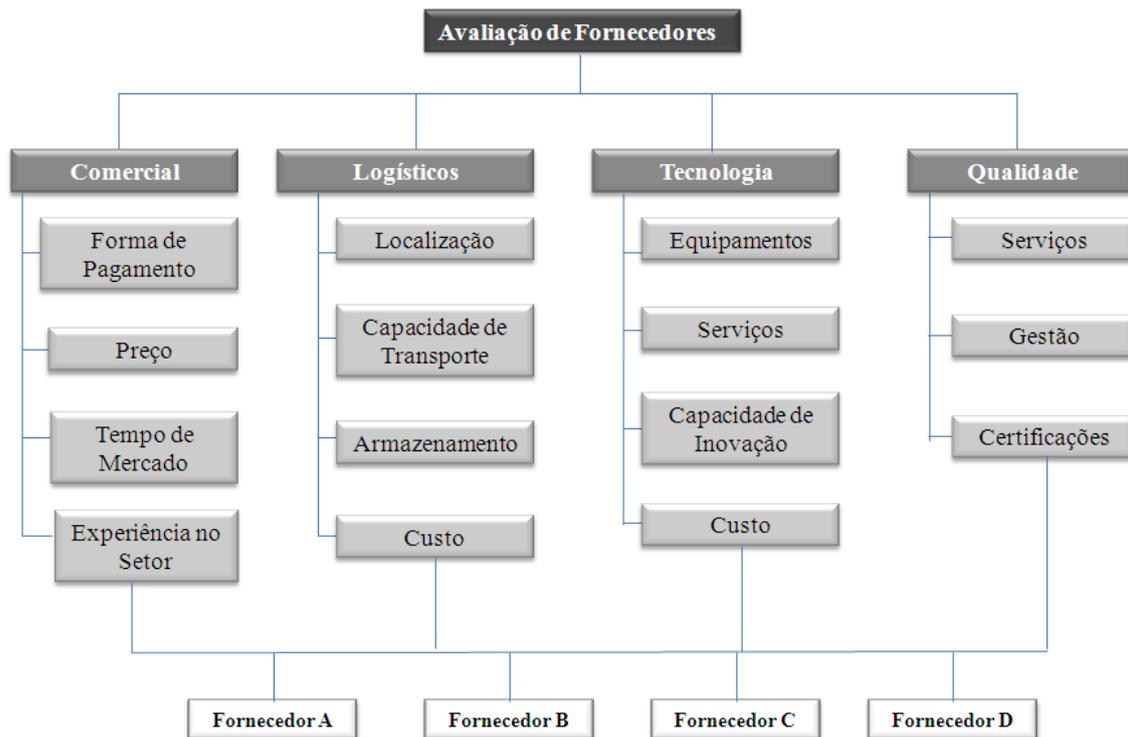
Figura 27: Ponderação de pesos para os subcritérios (Responsabilidade Social) da Empresa B.

### 4.2.3.

#### **Empresa C**

A Empresa C está começando suas operações no Estado do Pará. Quando questionada sobre seu processo de seleção, avaliação e acompanhamento de desempenho de seus fornecedores, esta informou que está tratando com muitos deles, mais ainda no que se refere à implementação da planta. No entanto, a Empresa C já apresenta uma metodologia a ser adotada para avaliar estes fornecedores. Mesmo estando em processo de construção, a metodologia a ser adotada pela empresa apresenta como insumos críticos: cimento, areia, brita, resina, aditivos químicos e fibra. Como equipamentos foram listados como importantes: Carregadeiras, jumbos, perfuratrizes, escavadeiras, retroescavadeiras, rolos compactadores, motoniveladoras, veículos leves. Para os serviços, foram relacionados: Alimentação, transportes, análise de amostras, construção civil, montagem eletromecânica.

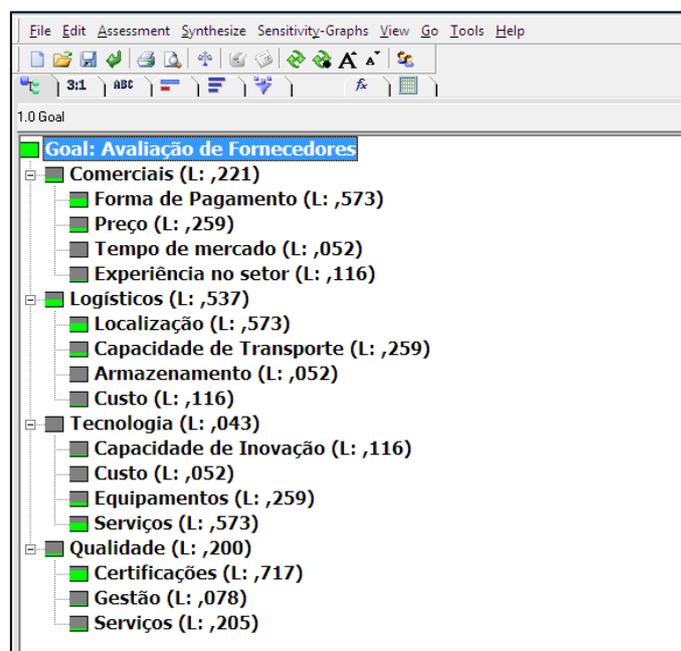
O responsável pelo preenchimento do questionário foi o coordenador de suprimentos. Foi informado que a Empresa C, no momento, ainda não mantém contratos fechados com algumas classes de fornecedores, mas a empresa já está avaliando os que melhor se adéquam, de acordo com os critérios adotados. De acordo com o responsável pelo preenchimento do questionário, a Empresa C desenvolve parcerias técnicas e, uma vez aprovada pelo usuário, a qualidade do material, o setor de suprimentos entra na negociação comercial, na tentativa de fixar valores. Seus critérios estão relacionados na Figura 28.



Fonte: Autor (2013).

Figura 28: Árvore hierárquica da Empresa C.

Para a análise da árvore de decisão da Empresa C, o *software Expert Choice* foi aplicado, identificando com isso o grau de importância de cada critério no processo de escolha de um novo fornecedor, os resultados podem ser visualizados na Figura 29.



Fonte: Autor (2013).

Figura 29: Árvore hierárquica da Empresa C.

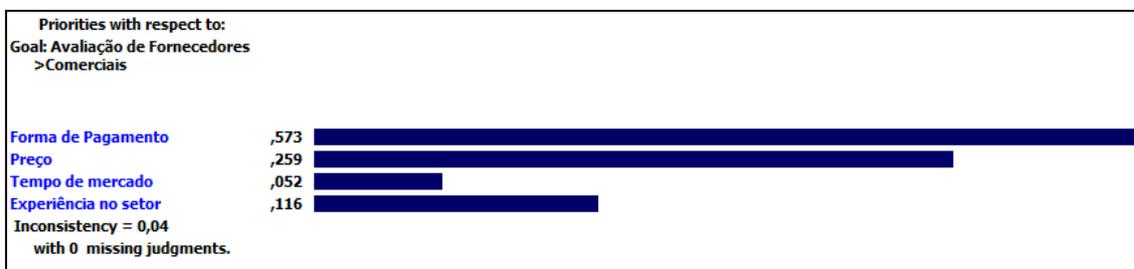
Com a análise da estrutura de decisão da Empresa C, foi observado que os critérios Logísticos são de suma importância para a seleção de um fornecedor, com 53,7% do peso decisório. Logo abaixo desse se encontram os critérios relacionados aos requisitos comerciais e de qualidade oferecidos pela prestadora de serviço, com 22,1% e 20% da importância, respectivamente. Ressaltando-se a inexistência de desvios com relação ao índice de inconsistência, conforme a Figura 30.



Fonte: Autor (2013).

Figura 30: Ponderação de pesos para os critérios da Empresa C.

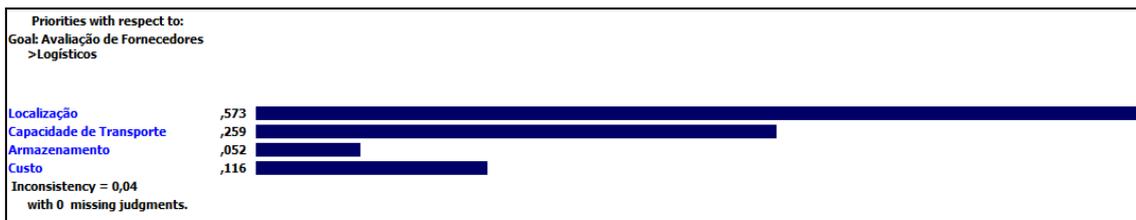
Expandido o critério Comercial, tem-se que a principal preocupação da empresa se refere às Formas e condições de pagamentos oferecidos pelas contratadas, com 57,3% da importância, seguido pelo subcritério Preço, com 25,9% do peso da distribuição, de acordo com a Figura 31. Não havendo desvios na consistência da análise de dados.



Fonte: Autor (2013).

Figura 31: Ponderação de pesos para os subcritérios (Comercial) da Empresa C.

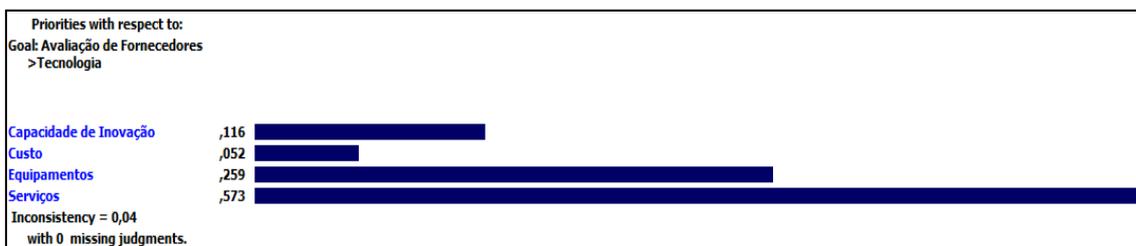
No critério Logístico, o principal subitem avaliativo está relacionado à Localização do fornecedor com relação ao ponto de entrega do material, seguidos pelos subitens Capacidade de transporte e Custos, com 57%, 26% e 12% dos pesos, respectivamente (Figura 32). Ressalta-se a importância destes itens para a escolha de fornecedores, uma vez que este item é o mais importante do ponto de vista da Empresa C. Não havendo distorções significativas na análise.



Fonte: Autor (2013).

Figura 32: Ponderaçaõ de pesos para os subcritérios (Logísticos) da Empresa C.

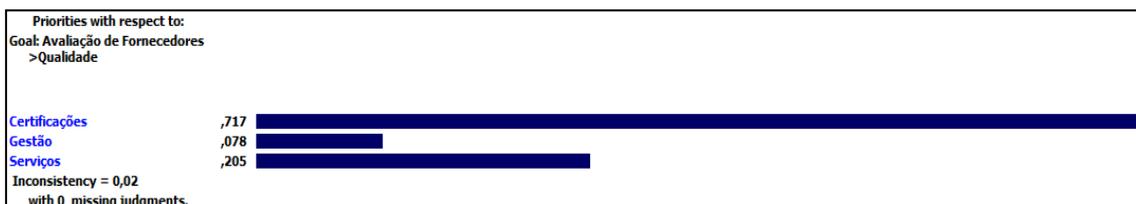
Para o critério Tecnologia, o subcritério de principal importância foi Serviços, com 57,3% do peso da distribuição (Figura 33), demonstrando o interesse da empresa pelos critérios relacionados à automatização dos serviços prestados pelos fornecedores. Com a segunda colocação, foi identificado o subcritério Equipamentos, com 25,9%, não havendo inconsistência na análise, uma vez que o valor do índice ficou abaixo de 0,1.



Fonte: Autor (2013).

Figura 33: Ponderaçaõ de pesos para os subcritérios (Tecnologia) da Empresa C.

O último critério avaliativo para a Empresa C se refere à Qualidade dos serviços prestados pelos fornecedores, onde as Certificações obtidas pelas contratadas são um diferencial no processo. Nesta análise não houve desvios, conforme pode ser observado na Figura 34.



Fonte: Autor (2013).

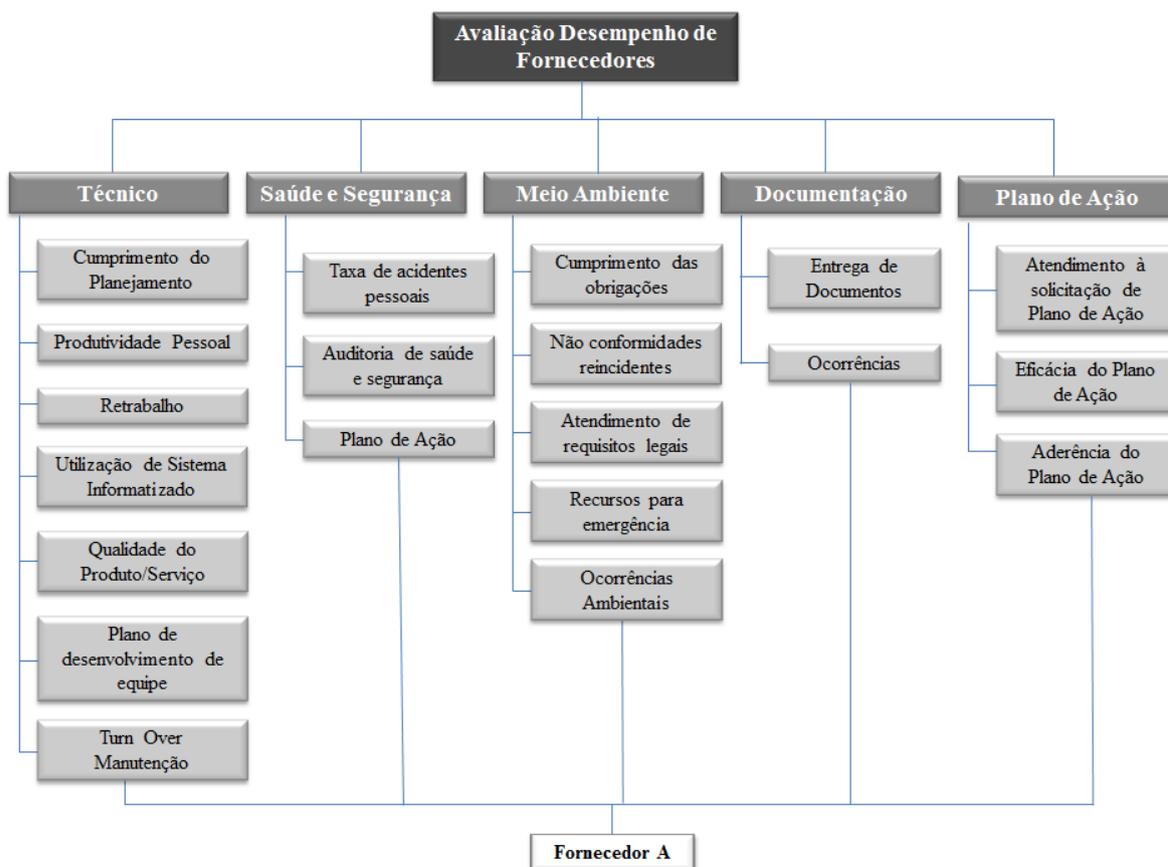
Figura 34: Ponderaçaõ de pesos para os subcritérios (Qualidade) da Empresa C.

#### 4.2.4.

### Empresa D

A Empresa D foi fundamental para o desenvolvimento desta pesquisa, sua coordenadora de suprimento foi muito solícita para o término de todas as etapas. Como

as empresas da amostra desta pesquisa são todas do mesmo setor, os equipamentos, insumos e serviços são muito semelhantes com os citados pelas empresas consideradas anteriormente, principalmente no que se trata dos serviços de manutenção e reflorestamento. Como esta empresa inclui um grupo de outras empresas, sua gestora de suprimentos informou que, em algumas unidades, as políticas de avaliação de fornecedores já foram implementadas e, em outras, ainda estão em implementação. Os principais critérios que são considerados pela Empresa D podem ser visualizados na Figura 35.

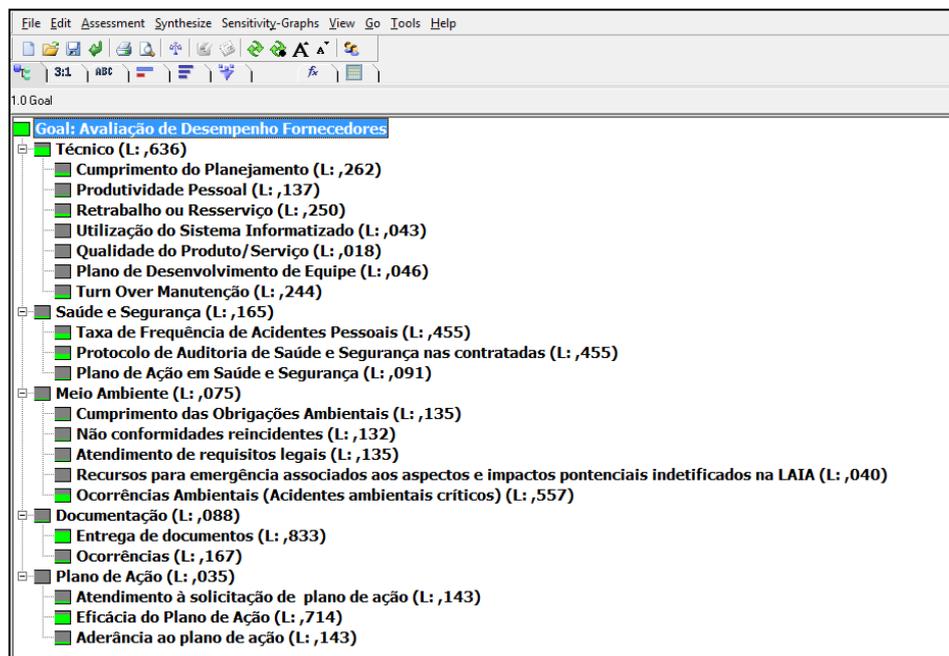


Fonte: Autor (2013).

Figura 35: Árvore hierárquica da Empresa D.

Conforme os passos utilizados nas empresas anteriores, para a geração da árvore de decisão da Empresa D o software *Expert Choice* foi aplicado, identificando, com isso, o grau de importância de cada critério considerado no processo de avaliação ou de escolha de um novo fornecedor. Os resultados podem ser visualizados na Figura 36. Para nenhum critério foi identificado valores com índice de inconsistência superior a 0,1, não se fazendo necessária a reanálise do critério.

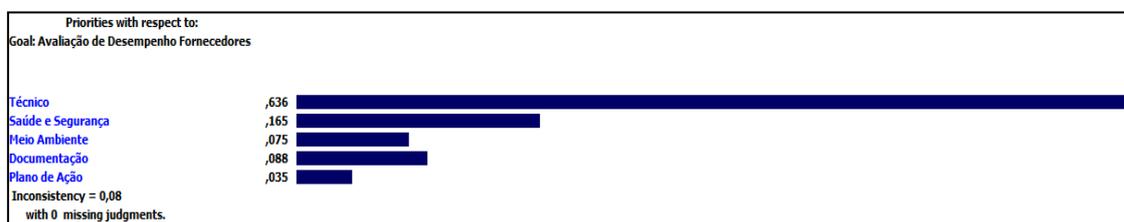
Observa-se que a estrutura utilizada pela Empresa D é bastante diferente das empresas citadas anteriormente. Deste modo, a referida empresa contribui para a construção da árvore para o setor com seus critérios específicos.



Fonte: Autor (2013).

Figura 36: Árvore hierárquica da Empresa D.

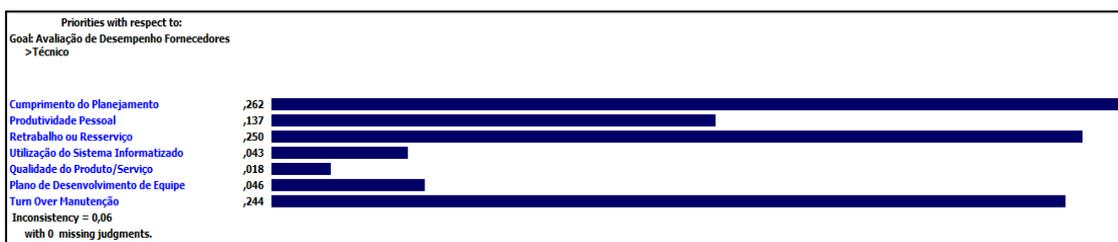
De acordo com os resultados obtidos com a entrevista na Empresa D, foi observado que os critérios Técnicos são de principal importância para a avaliação de fornecedores ou escolha de um novo fornecedor, com 63,6% do peso decisório. Abaixo estão os critérios relacionados à Saúde e segurança e Documentação oferecidos pela prestadora de serviço, com 16,5% e 8,8% da importância, respectivamente (Figura 37).



Fonte: Autor (2013).

Figura 37: Ponderação de pesos para os critérios da Empresa D.

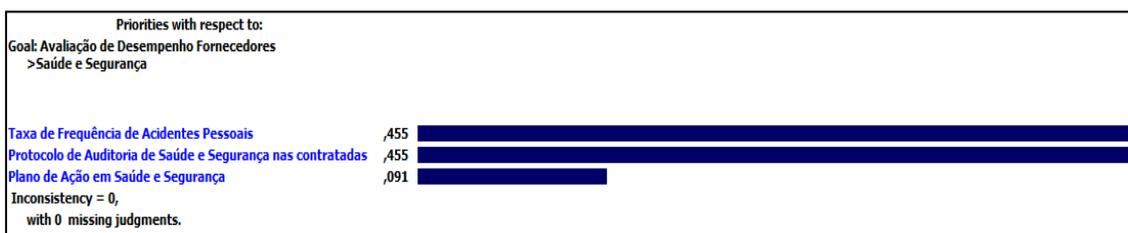
Ao analisar os subcritérios da área Técnica, é notável a importância dos itens Cumprimento do planejamento e Retrabalho ou resserviço e Turn Over da Manutenção, demonstrando importância, conforme pode ser observado na Figura 38.



Fonte: Autor (2013).

Figura 38: Ponderação de pesos para os subcritérios (Técnico) da Empresa D.

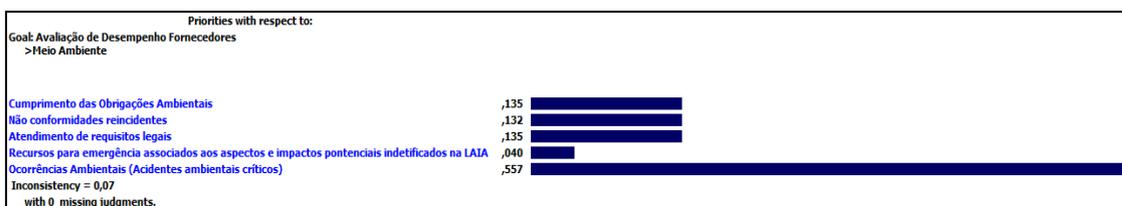
Em contrapartida às demais companhias estudadas, a Empresa D se utiliza dos critérios de Saúde e segurança com os colaboradores das empresas prestadores de serviços como um item avaliativo. Os principais subcritérios deste componente são a Taxa de Frequência de Acidentes Pessoais e Protocolo de Auditoria de Saúde e Segurança nas contratadas, ambas com 45,5% da importância no processo decisório, conforme observado na Figura 39.



Fonte: Autor (2013).

Figura 39: Ponderação de pesos para os subcritérios (Saúde e Segurança) da Empresa D.

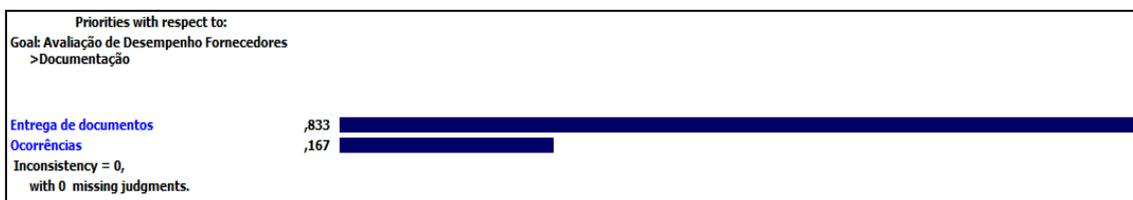
No parâmetro Ambiental, a Empresa D considera como principal critério a Ocorrência de acidentes ambientais (críticos), com aproximadamente 56% do peso da decisão, na sequência destacando os itens de Atendimento dos requisitos legais e Cumprimento das obrigações ambientais (Figura 40).



Fonte: Autor (2013).

Figura 40: Ponderação de pesos para os subcritérios (Meio Ambiente) da Empresa D.

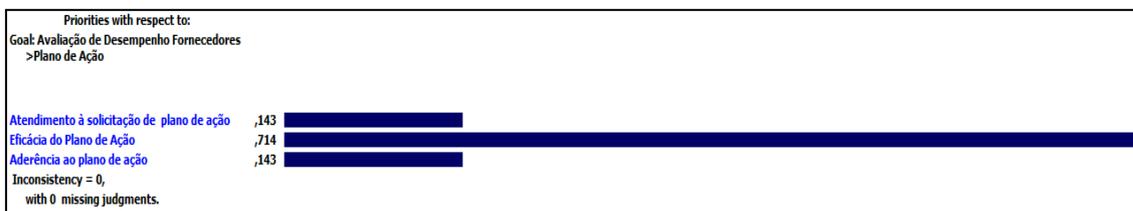
No critério Documentação, a Empresa D citou dois subcritérios: Entrega de Documentos e Ocorrências, com 83,3% e 16,7% do peso, respectivamente (Figura 41). O item ocorrência refere-se à incidência no atraso ou na validade dos documentos apresentados pelos fornecedores.



Fonte: Autor (2013).

Figura 41: Ponderação de pesos para os subcritérios (Documentação) da Empresa D.

Como último critério, e de menor peso no processo, foi identificado o item avaliativo Plano de Ação. A ordem decrescente de importância dos subcritérios, deste item, é: Eficácia do plano de ação, Atendimento à solicitação de plano de ação e Aderência ao plano de ação, conforme a Figura 42.



Fonte: Autor (2013).

Figura 42: Ponderação de pesos para os subcritérios (Plano de Ação) da Empresa D.

### 4.3.

## SÍNTESE DOS RESULTADOS

Neste tópico é explanada a síntese dos resultados da aplicação do questionário nas quatro empresas analisadas, com o intuito de se construir uma árvore que represente os principais critérios que podem ser levados em consideração para o processo de avaliação, seleção e acompanhamento dos fornecedores do setor mineral no Estado do Pará.

A Tabela 4 apresenta os principais critérios, primeiro e segundo colocados, considerados para cada empresa entrevistada neste estudo e, por meio desta, é feita a

análise buscando identificar quais critérios integrarão a arborescência para avaliação do fornecimento do setor mineral no Estado do Pará. Vale ressaltar que tais critérios são bastante representativos para suas respectivas empresas, acumulando mais de 70 % do peso total para a composição dos critérios que são levados em consideração em cada uma delas. O que se assemelha com a curva de Pareto, pois os critérios subsequentes não apresentavam peso significativo para a própria empresa que o emprega. Para duas empresas, o critério Logístico foi considerado em primeiro lugar, com fator ponderante em um processo de avaliação. De acordo com os gestores das referidas empresas, este fator se explica devido às grandes distâncias que as instalações destas empresas encontram-se dos grandes centros urbanos. Como a dificuldade de acesso até estas empresas, é enorme as quantidades de fornecedores que possuem algum dos subcritérios logísticos a seu favor e, por isso, passam a ter grande chances de fechar contratos de parcerias.

Tabela 4: Ranking dos critérios para as quatro empresas

<b>Empresa</b>	<b>Ranking</b>	<b>Grau de Importância</b>	<b>Acumulado</b>	<b>Crítérios</b>
Empresa A	1º	52%	79%	Saúde, Segurança e Meio Ambiente
	2º	27%		Qualidade
Empresa B	1º	43%	70%	Logístico
	2º	27%		Tecnologia
Empresa C	1º	54%	76%	Logístico
	2º	22%		Comercial
Empresa D	1º	64%	80%	Técnico
	2º	17%		Saúde e Segurança

Fonte: Autor (2013).

De acordo com o ranking de critérios, apresentado na Tabela 5, infere-se, ainda, que os critérios referentes à Saúde, Segurança e Meio Ambiente são muito importantes para duas das empresas consideradas. Quando questionadas sobre a razão desta ponderação, informaram que, como são grandes mineradoras e suas atividades são de grandes proporções, causando um alto impacto ao meio ambiente, estas priorizam, dentro de suas instalações e operações, o cumprimento desse critério e também exigem que seus fornecedores sigam estes critérios, pois as empresas tem como foco trabalhar seu Marketing Institucional sobre sua preocupação com o meio ambiente e com a saúde e segurança de seus colaboradores. Em um relato de um dos gestores entrevistados, foi

ressaltado que seus fornecedores devem oferecer aos seus colaboradores um ambiente de trabalho confortável e sem risco às suas integridades físicas.

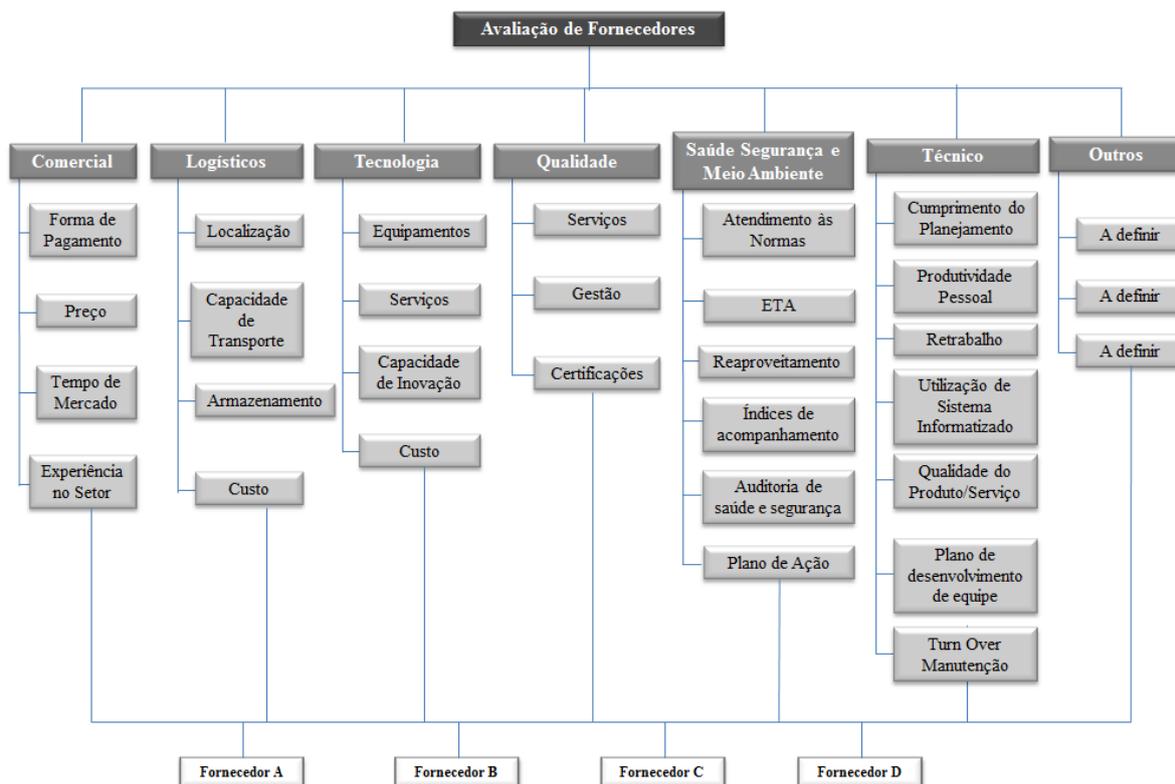
Para a Empresa D, o critério Técnico é o mais importante. Este critério se refere às técnicas utilizadas por seus fornecedores para a prestação de serviços e atendimento aos contratos. Com a utilização da experiência, metodologia, qualidade dos produtos e utilização de sistemas informatizados.

Observa-se, também, que os critérios Tecnologia, Qualidade e Comerciais também são muito importantes para a composição de uma arborescência para o setor mineral, pois estão situados nas primeiras colocações também para as empresas em estudo. O critério Tecnologia é importante, pois retrata as atualizações de serviços e a utilização de equipamentos modernos para a solução dos contratos, sendo observado, também, a capacidade de investimento em novas tecnologias e o oferecimento de inovações periódicas. Qualidade se refere ao atendimento às exigências de cada empresa, pois seus produtos e equipamentos são específicos para suas operações, sendo importante que seus produtos se mantenham dentro dos padrões de conformidade, e à utilização, pelos fornecedores, de um sistema de gestão para a continuidade deste padrão. Para o critério Comercial, no geral, as empresas relataram sobre a importância da Experiência no setor, assim como a Forma de pagamento. O subcritério Preço é importante, mas não é determinante para a formalização de um contrato, sendo necessária também a avaliação de Tempo de atuação do fornecedor no mercado.

## 4.4.

## PROPOSIÇÃO DA ÁRVORE PARA O SETOR MINERAL

A partir da análise proposta no Tópico 4.3., é possível gerar uma arborescência que representa os critérios mais significativos para os fornecedores do setor mineral no Estado do Pará, considerando a amostra da presente pesquisa.



Fonte: Autor (2013).

Figura 43: Árvore hierárquica para desempenho de fornecedores do setor mineral no Estado do Pará.

De acordo com os dados coletados, a Figura 43 representa os principais critérios a serem levados em um processo de avaliação, seleção e acompanhamento de desempenho dos fornecedores do setor mineral no Estado do Pará. Esta estrutura pode auxiliar qualquer empresa do setor no processo de tomada de decisão, com a possibilidade de utilização em seu processo de contratação de fornecedores os critérios considerados mais relevantes. Vale ressaltar que à presente estrutura foi acrescentado um critério denominado “Outros”, com o objetivo de possibilitar a inserção de critérios e subcritérios específicos às empresas que intencionarem implementar a metodologia de análise multicritério em seus processos de avaliação de desempenho e seleção de

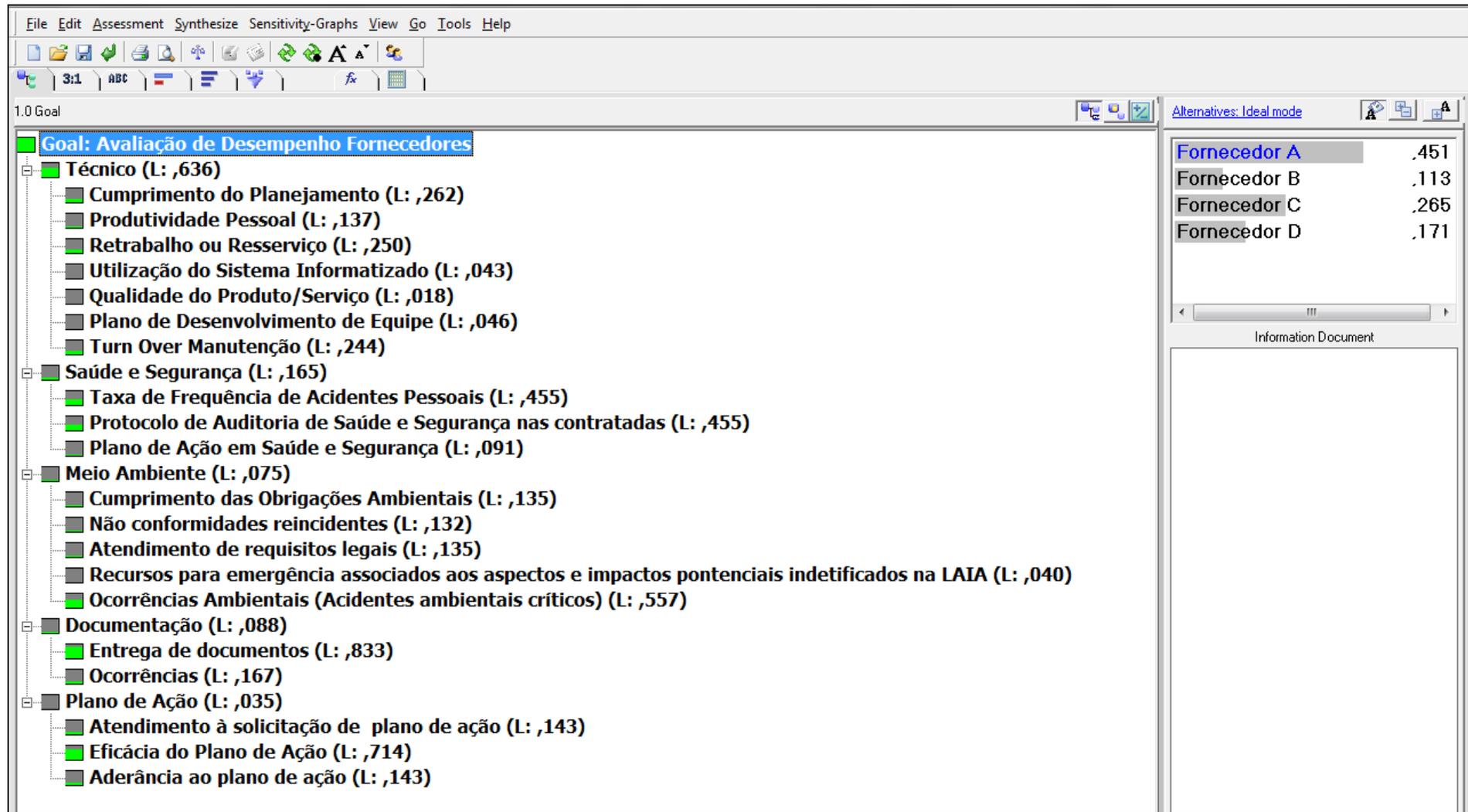
fornecedores. Como para algumas empresas o critério “Saúde, Segurança e Meio Ambiente” estava separado como: “Saúde e Segurança” e “Meio Ambiente” os subcritérios das empresas foram unidos, gerando mais subcritérios para a serem considerados no processo de acompanhamento e contratação.

#### 4.5.

### **VALIDAÇÃO DA METODOLOGIA COM A AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DE FORNECEDORES COM A EMPRESA**

Como não houve tempo hábil para a validação da árvore aplicável ao setor, a pesquisa utilizou a árvore de critérios de avaliação de fornecedores, gerada pela Empresa D, em um processo real de avaliação de desempenho de seus fornecedores (Fornecedores A, B, C e D), considerado um serviço crítico para seu processo de operações. Por questões de sigilo, o fornecedor avaliado e o tipo de serviço prestado não são divulgados, com o objetivo de validar a metodologia completa de uma análise multicritério com a utilização do *software Expert Choice*, para que empresas, que intencionarem implementar a árvore sugerida para o setor, entendam os mecanismos de análise e conclusões sobre o método. Vale ressaltar que a presente pesquisa tem como objetivo a proposição de um modelo de avaliação de fornecedores para o setor mineral do Estado do Pará.

Ao se realizar a análise dos pesos atribuídos a cada critério, pela Empresa D, é possível verificar que o critério Técnico foi priorizado pela companhia com 63,3% do peso da distribuição, seguido pelo item Saúde e Segurança com 16,5%, ver Figura 47. A Inconsistência apresentada na definição dos pesos de cada critério, foi de 0,08, valor este dentro dos limites aceitáveis pela metodologia utilizada, o AHP.

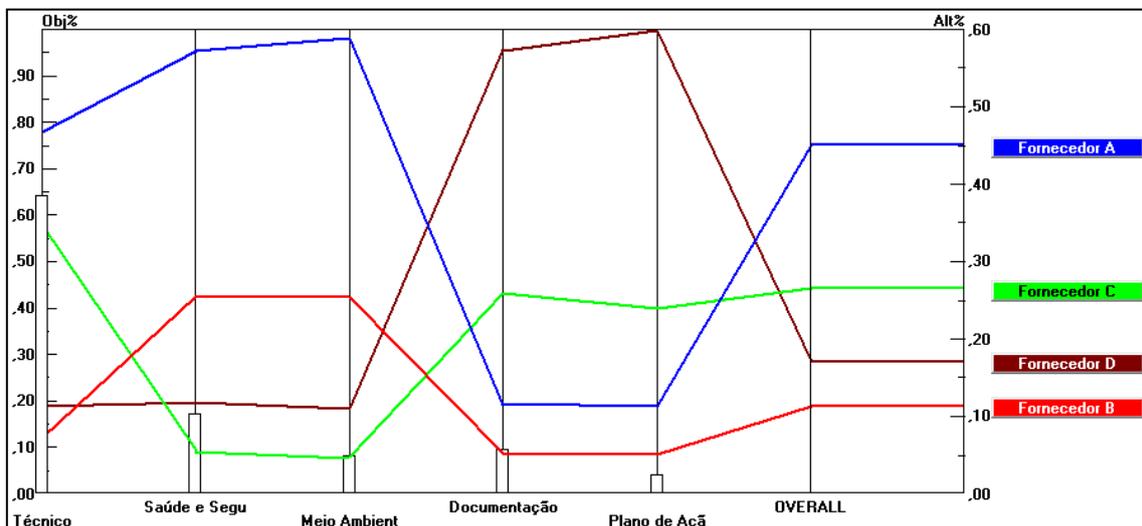


Fonte: Autor (2013).

Figura 44: Avaliação de Fornecedores da Empresa D.

Como pode ser observado na Figura 44, o Fornecedor A obteve a melhor avaliação segundo o *software Expert Choice*, com 45% da preferência de escolha, ressaltando ainda que não houve desvios significativos em numa das avaliações necessárias para a identificação deste resultado, que se deve principalmente ao fato do Fornecedor A ser o melhor avaliado em dois dos principais critérios (Técnico e Saúde e segurança), ficando somente atrás dos fornecedores C e D no que se refere aos itens Documentação e Plano de Ação.

Na Figura 45 é perceptível a elevada importância de um critério (Técnico), pois a mesma prioridade entre os fornecedores neste critério foi igual à ordem final de prioridade de escolha entre os fornecedores, demonstrando o efeito tendencioso da atribuição de um elevado peso atribuído a um mesmo critério.



Fonte: Autor (2013).

Figura 45: Árvore hierárquica para o setor mineral.

Quanto à convergência do modelo proposto com o já adotado pela Empresa D, a coordenadora informou que nas três últimas avaliações de desempenho, para esse grupo de fornecedores, o Fornecedor A foi o que mais se destacou e inclusive é o que detém o contrato vigente. Para a presente pesquisa, isto é um fator positivo, pois mostra que a Análise multicritério, aplicada neste estudo, apresentou resultados aderentes e satisfatórios para análise, uma vez que também apresentou o Fornecedor A em primeiro lugar no *ranking*.

## 5.

### **CAPÍTULO - CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Com a presente pesquisa, foram identificados os critérios e subcritérios mais importantes considerados pelas empresas em estudo, utilizados para o processo de avaliação, seleção e acompanhamento de desempenho dos seus fornecedores, propondo o modelo de análise multicritério como um método para o setor de mineração do Estado do Pará, identificando os critérios e subcritérios que mais se adequam às suas necessidades, oferecendo um mecanismo de análise para tomada de decisão referente a avaliação e seleção destes fornecedores. Com a presente pesquisa pôde-se aplicar uma metodologia consagrada na literatura em um setor muito importante para a economia do Estado do Pará, ampliando assim o leque de utilização da metodologia e sua contribuição para o meio acadêmico.

A amostra coletada nesta pesquisa foi considerada satisfatória, pois das sete empresas instaladas no Estado do Pará, quatro responderam ao questionário, incluindo e excluindo os critérios de acordo com sua realidade.

A maioria das empresas se identificou com os critérios e subcritérios enumerados previamente de acordo com a literatura, são eles: Comercial, Qualidade, Logísticos e Tecnologia, sendo que cada um desses critérios apresenta um conjunto de subcritérios. Somente a Empresa D apresentou critérios bem diferentes dos sugeridos inicialmente. Deste modo, contribuiu para a construção de uma árvore heterogênea para o setor. Notou-se que cada empresa inseriu seus critérios específicos como suporte, responsabilidade social, técnicas de prestação de serviços e saúde, segurança e meio ambiente, cada um com seu conjunto de subcritérios.

No Capítulo 4 foram apresentadas e explanadas as análises para cada empresa e como conclusão geral, nota-se a grande prioridade pelo critério Saúde, Segurança e Meio Ambiente. Isso se justifica principalmente pelo fato do conjunto de empresas, considerado no estudo, se tratar de grandes empresas mineradoras, que por sua vez, detêm operações de grandes proporções e com alto impacto ao meio ambiente. Com isso, torna-se fundamental que as empresas priorizem este critério, assim como seus fornecedores, como uma contribuição e

respeito ao meio ambiente, aos colaboradores e à sociedade, principalmente às populações localizadas próximas às áreas de atuação dessas empresas.

O critério logístico também obteve bastante destaque, pois as empresas que compõem a amostra desta pesquisa, por razões específicas do setor mineral, desenvolvem suas atividades em lugares muito distantes dos grandes centros urbanos, tornando com isso difícil o acesso de seus fornecedores aos seus centros de operações e, de acordo com esta dificuldade, os fornecedores que se encontram mais próximos, detêm larga vantagem para o fechamento do contrato. De acordo com as informações fornecidas por seus gestores, “a logística deve ser muito bem estudada e detalhada, pois recebem suprimentos do mundo inteiro e, para a otimização dessas operações, a empresa trabalha com diversos operadores logísticos, espalhados pelo mundo, inclusive no Brasil, para o recebimento destes suprimentos e, a partir deste ponto, a responsabilidade fica a cargo da empresa”. Para que se consiga gerenciar estes suprimentos, a maioria das empresas em estudo possui ou terceiriza seus meios de transportes como trens, caminhões, navios etc., dispondo de uma grande infraestrutura logística.

Como se tratam de grandes empresas, critérios como: Comercial, Qualidade, Tecnologia e Técnica de prestação de serviços, já são considerados essenciais para um fornecedor, pois priorizam excelência na prestação de serviços e precisam contar com os altos padrões que o mercado atual exige.

O método de Análise Hierárquica de Processos – AHP, proposto por Saaty, é bastante difundido e utilizado para a solução de diversos problemas que envolvem mais de um critério. Para a presente pesquisa, o método mostra com uma linguagem clara e objetiva, como pode ser realizada a avaliação de um fornecedor, de acordo com as peculiaridades de cada empresa, possibilitando a inserção ou exclusão de critérios, de forma a obter uma arborescência muito próxima da realidade. Com o intuito de tornar o método mais funcional, sugere-se a utilização do *software Expert Choice* que, de acordo com o que foi mostrado nesta pesquisa, apresenta uma interface amigável e de fácil análise, sendo necessária somente a construção prévia da arborescência que representará os critérios e subcritérios da empresa em questão.

Esta pesquisa se realizou em dois momentos, sendo que, no primeiro, foram levantados os critérios e subcritérios de cada empresa, coletando com estes seus respectivos pesos. Tal informação foi consolidada e auxiliou na construção de

uma arborescência “genérica” para o setor mineral, composta pelos principais critérios de cada uma das empresas, aumentando a probabilidade de uma dada empresa que intencione adotar a metodologia para si, acertar nos critérios que são realmente relevantes e incorporar seus critérios específicos aos campos denominados “Outros”. Com a utilização desta árvore, sugere-se que a empresa plote o modelo do *Expert Choice* e o utilize para seleção, avaliação e acompanhamento de seus fornecedores considerados críticos.

Por se tratar de grandes empresas, as dificuldades para a proposição do modelo foram árduas, e muitas vezes seus escritórios estavam localizados em outros estados, favorecendo apenas os contatos por internet ou telefone. Ou os processos de externalização das informações são muito burocráticos dentro de seus departamentos. Deste modo, foi possível a criação de uma arborescência para o setor, mas a mesma não pode ser aplicada devido ao tempo para a conclusão desta pesquisa. Como esta pesquisa trata de uma proposição do modelo de análise AHP como método de avaliação de fornecedores, a Empresa D se mostrou mais solícita em responder em tempo hábil ao modelo completo para a avaliação de um grupo de seus fornecedores. Com isto, mostra-se o processo completo, com as devidas análises para a aplicação do método, auxiliando para o entendimento completo do mesmo.

Após a aplicação do *software* na Empresa D, o Fornecedor A, se localizou em primeiro lugar, de acordo com os critérios e subcritérios utilizados pela mesma. Foram verificadas as avaliações anteriormente realizadas pela empresa para o grupo de fornecedores e os resultados da comparação e o modelo atualmente adotado pela Empresa D e o modelo AHP proposto nesta pesquisa foram bastante satisfatórios, pois o Fornecedor A já havia sido contratado anteriormente e obtinha um alto grau de desempenho. Deste modo, se valida a metodologia e mostra-se a aderência de um modelo matemático com o já implementado, mas não sistemático da empresa.

Por fim, ressalta-se a grande importância da utilização de uma metodologia bastante difundida e com alto grau de relevância para o auxílio na tomada de decisões para empresas, possibilitando a obtenção de uma consistente ferramenta de avaliação e contratação de fornecedores que possibilite o aumento de sua competitividade.

## 5.1.

### PROPOSTAS ADICIONAIS DE PESQUISA

- Como propostas adicionais de pesquisa, sugere-se a utilização da árvore genérica, Figura 46, para um processo de avaliação de fornecedores nas empresas em estudo e verificar a aderência do método proposto com a realidade da empresa;
- A presente pesquisa trabalhou com uma amostra de quatro empresas, recomenda-se a continuidade de aplicação do questionário para as outras participantes do setor mineral no Estado do Pará, para verificar se a árvore genérica, proposta nesta pesquisa, continua atendendo às expectativas ou se existem ainda outros critérios a serem considerados;
- Os dados e análises foram obtidos com o método AHP, através do software *Expert Choice*. Sugere-se a complementação com outros métodos como o *Promethee*, *Electre* e outros que utilizam análises multicritérios para auxílio à tomada de decisão, cada um com seus respectivos *softwares* existentes no mercado.

## Referências

- AEKER *et al.* (2001), “**Marketing research**” (7th Ed), New York: John Wiley & Sons, Inc.
- ALCOA. Disponível em: [www.alcoa.com/brazil/pt/alcoa\\_brazil/overview.asp](http://www.alcoa.com/brazil/pt/alcoa_brazil/overview.asp). Acessado em: Novembro de 2012.
- ANGLO AMERICAN. Disponível em: <http://www.angloamerican.com/>. Acessado em: Outubro de 2012.
- AKABANE, G.K. & FARIAS, O.O. **O Modelo Conceitual Das Cadeias De Suprimentos Sustentáveis: O Caso da Cadeia de Biodiesel**. 15 f. Artigo IX ENGEMA - Encontro Nacional Sobre Gestão Empresarial E Meio Ambiente. Curitiba. 2007.
- ARAZ, C; OZKARAHAN, I. (2007), **Supplier evaluation and management system for strategic sourcing based on a new multicriteria sorting procedure**. International Journal of Production Economics 106 (2), 585–606.
- ARBEL, A.; OREN, S. **Generating Interior Search Directions for Multiobjective Linear Programming**. Journal of MultiCriteria Decision analysis, v. 2, 73-86, 1993.
- BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos: Logística empresarial**. Porto Alegre: Bookman, 2006.
- BARBOSA, I. O.; LEITÃO, D. R; MELO, A.C.S. **Análise da Cadeia Produtiva do Setor de Carnes Bovinas do Estado do Pará - Um Estudo Focado no Desempenho Logístico à Luz da Etapa de Abate**. Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Anais, 2009.
- BARBOSA JUNIOR, I. O. **Identificação de Estratégias de Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos de Carne Bovina do Estado do Pará**. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade da Amazônia-UNAMA, 2010.
- BAYARAKTAR, D.; ÇEBI, F. **An integrated approach for supplier selection**. Logistics Information Management, vol. 16, Iss: 6 pp. 395-400, 2003.
- BEHZADIAN, M. *et al.* **Promethee: A comprehensive literature review on methodologies and applications**. European Journal of Operational Research, v. 200, n. 1, p. 198-215, 2010. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejor.2009.01.021>
- BHP BILLITON. Disponível em: [www.bhpbilliton.com/home/Pages/default.aspx](http://www.bhpbilliton.com/home/Pages/default.aspx). Acessado em: Setembro de 2012.
- BRANCO JR, A. S.; SERRA, S. M. B. **Estudo do Gerenciamento do setor de suprimentos em uma empresa construtora**. Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Anais, 2003.
- BRISCOE, G.; DAINTY, A.R.J.; MILLETT, S. **Construction supply chain partnerships: skills, knowledge and attitudinal requirements**. European Journal of purchasing & Supply Management, v.7, p.243-255, 2001.
- BHUSHAN, NAVNEET, KANWAL RAI. 2004. **Strategic Decision Making: Applying the Analytic Hierarchy Process**. Springer-Verlag, New York. 172 pp.
- CAMPOS, Vicente Falconi. (1992) - **TQC: Controle da Qualidade Total** (no estilo japonês). Belo Horizonte: Editora Bloch.
- CARNEVALLI, J. A; MIGUEL, P.A.C. **Desenvolvimento da Pesquisa de Campo, Amostra e Questionário para Realização de um Estudo Tipo Survey Sobre a Aplicação do Qfd no Brasil**. XXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção - ENEGEP. 2001.
- CASTRO NETO, L. R. **Modelagem e simulação na cadeia produtiva do minério de ferro**. Dissertação apresentada à Escola Politécnica de São Paulo. 2006.

- CHING, Hong Yuh. **Gestão de Estoques na cadeia de logística integrada**. São Paulo: Atlas, 1999.
- CHRISTOPHER, Martin. **Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos**. São Paulo: Pioneira, 1997.
- CHRISTOPHER, M. **Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos: estratégias para redução de custos e melhoria dos serviços**. São Paulo: Pioneira, 2002.
- CHOPRA, S. & MEINDL, P. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: Estratégias, planejamento e Operação** – São Paulo: Prentice Hall, 2003.465p.
- COLOSSUS. Disponível: <http://www.colossusminerals.com/>. Acessado em: Novembro de 2012.
- COOPER, M. C.; LAMBERT. D. M.; PAGH, J. D. **Supply chain management: more than a new name for logistics**. The Ohio State University: v. 8, n. 1, 1997.
- Council Supply Chain Management*. Acessado em: janeiro a maio de 2013. Disponível em: <http://cscmp.org/>
- DIAS, Luís C., COSTA, João P., CLÍMACO, João N., “**O Processamento Paralelo e o Apoio Multicritério à Decisão: Algumas Experiências Computacionais**”, *Investigação Operacional*, vol. 16, pp. 181-199. 1996.
- FLEURY, A. C. C.; FLEURY, M. T. L. **Estratégias empresariais e formação de competências**. São Paulo: Atlas, 2000.
- FREITAS, F.F.T. **AHP: Um novo modelo de processo decisório**. Notas de aula da Universidade da Amazônia - UNAMA, 2012.
- FERREIRA, G. C. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: Formas Organizacionais na Cadeia Produtiva de Carne Bovina no Rio Grande do Sul**. Tese de Doutorado em Administração - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.
- FERREIRA, M. M; SILVA, N. R. G. **Contribuição para uma metodologia voltada à medição do nível de absorção de definições básicas e do uso de práticas emergentes de GCS em Prestadores de Serviços Logísticos atuantes no Pará**. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia de Produção – Universidade da Amazônia, Belém, 2012.
- GOMES, L. F. A. M.; GOMES, C. F. S.. **Tomada de decisão gerencial: Enfoque Multicriterio**. 4 ed. S. Paulo: Atlas, 2012.
- GOMES, Luiz Flávio Autran Monteiro; GOMES, Carlos Francisco Simões; ALMEIDA, Adiel Teixeira. **Tomada de decisão gerencial: enfoque multicritério**. 2.ed. São Paulo: Atlas, 2004. 289p.
- GULATI, Ramesh; SMITH, Ricky. **Maintenance and Reliability Best Practices**. Nova York: Industrial Press, 2009.
- GÜNTHER, H; LOPES JÚNIOR, J. **Perguntas abertas versus perguntas fechadas: Uma comparação empírica**. *Psic.: Teor. e Pesq.*, Brasília, V. 6, No. 2, pp. 203-213, 1990.
- HALD, K. S; ELLEGAARD, C., (2011), **Supplier evaluation processes: the shaping and reshaping of supplier performance**, *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 31 Iss: 8 pp. 888 – 910.
- HYDRO. Disponível: <http://www.hydro.com/pt/Aluminio/A-Hydro-no-Brasil/>. Acessado em: Novembro de 2012.
- IBRAM, Instituto Brasileiro de Mineração -. **Consolidação dos dados de 2010: Perspectivas da Indústria Mineral Brasileira e do Estado do Pará**. Brasília, 2001a.

IBRAM, Instituto Brasileiro de Mineração. **Informações e análises da economia mineral Brasileira**. 6º edição, Brasília, 2001b.

KORHONEN, P.; TAINIO, R.; WALLENIS, J. **Value efficiency analysis of academic research**. *European Journal of Operational Research*, 130(1):121-132, 2001.

LAKATOS, E.; MARCONI, M. **Fundamentos de metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 1991.

LI, W.; HUMPHREYS, P. K.; YEUNG, A. C.L.; CHENG, T.C.E. (2012). **The impact of supplier development on buyer competitive advantage: A path analytic model**. *International Journal Production Economics*, 135, 353–366.

LONDERO, M.; OLIVEIRA, R.; CHAVES, F. **Relações com Fornecedores: um novo enfoque**, In: Congresso e Exposição Internacionais da Tecnologia da Mobilidade, 12., 2003, São Paulo. Anais. São Paulo: Sociedade de Engenheiros da Mobilidade, 2003.

MANZINI, R. *et al.* **Maintenance for Industrial Systems**. Londres: Springer, 2010.

MENESES, E. M.; SILVA, E.L.. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**– 3. ed. rev. atual. –Florianópolis: Laboratório de Ensino a Distância da UFSC, 2001.121p.

MIDDLETON, P.; SUTTON, J. **Lean software strategies: proven techniques for managers and developers**. *Productivity Pr.* 2005/5/27.

MDIC, Ministério de Desenvolvimento Indústria e Comércio. Acessado em: janeiro a maio de 2013. Disponível em: <http://www.mdic.gov.br>

MELNICK, S.; STEWARD, D.; SWINK; M. **Metrics and performance measurements in operations management: dealing with the metrics maze**. *Journal of Operations Management*, v. 22, n. 3, p. 219-217, 2004.

MINERAÇÃO RIO DO NORTE. Disponível: <http://www.mrn.com.br/pt-BR/Paginas/default.aspx>. Acessado em: Novembro de 2012.

MISHRA, C; PATHAK, K. **Maintenance Engineering And Management**. Nova Deli: Prentice-hall Of India, 2006.

MOISA, R. E. **Avaliação qualitativa de passivos ambientais em postos de serviço através do método de análise hierárquica de processo**. Dissertação apresentada à Universidade Federal do Paraná, 2005.

MUNDA, Giuseppe. “**Multicriteria Evaluation Theory: a Concise Overview**”. In: Primer Encuentro Iberoamericano sobre Evaluación y Decisión Multicriterio, R. E. D. - M 97, pp. 55-88, Santiago, Chile, 1997.

MURTHY, P.. **Production and operations management**. 2. ed. Nova Deli: New Age International Publishers, 2002.

PALADINI, E. **Avaliação estratégica da qualidade**. São Paulo: Atlas, 2002.

PARÁ INDÚSTRIAL. **Logística é prioridade**. Revista do Sistema Federação das Indústrias do Estado do Pará (FIEPA), ano 3, nº 14, Nov/Dez 2010, Janeiro 2011.

PIGATTO, G. SILVA, A. L. SOUSA FILHO, H. M. **Aliança Mercadológica: A busca da coordenação na cadeia de gado de corte brasileira**. II Workshop Brasileiro de Gestão de Sistema Agroalimentares – PENSA/FEA/USP, Ribeirão Preto, 1999.

REDES. **Rede de desenvolvimento de fornecedores do Pará**. 2013.

RODRIGUES, D. M. SELLITTO, M. A. **Análise do desempenho de fornecedores de uma empresa de manufatura apoiada em análise de aglomerados**. Revista Produção, v. 19, n. 1, p. 055-069 Jan./Abr. 2009.

ROY, Bernard & VANDERPOOTEN, Daniel “**The European School of MCDA: Emergence, Basic Features and Current Works**”, Journal of Multi-Criteria Decision Analysis, v. 5, pp. 22-38. 1996.

SAATY, T. L. **Método de análise hierárquica**. São Paulo: McGraw-Hill Makron Books, 1991.

SAATY, T. L.; VARGAS, L.G. **Models, methods, concepts & applications of the analytic hierarchy process**. Kluwer Academic Publishers. 2001.

SARKIS, J.; TALLURI, S.A **Model for Strategic Supplier Selection**. Journal of Supply Chain Management. V. 38, n. 1. P. 18-28. 2002.

SCRAMIM, F.C.L. & BATALHA, M.O. **Supply Chain Management em Cadeias Agroindustriais**: Discussões a cerca das aplicações no setor Lácteo Brasileiro. 12 f. Ribeirão Preto. 1999.

SERRA, S.M.B. (2001) **Diretrizes para gestão dos subempreiteiros**. 360f. Tese (Doutorado em Engenharia de Construção Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

SIMCHI-LEVI, D. KAMINSKY, P. SIMCHI-LEVI, E. **Cadeia de Suprimentos: Projeto e Gestão**. Porto Alegre: Bookman, 2003. 327 p.

SILVA, Edna Lúcia da; MENEZES, Estera Muszkat. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 3. ed. Florianópolis: Laboratório de Ensino A Distância da Ufsc, 2001.

SLACK, Nigel, CHAMBERS, Stuart, JOHNSTON, Robert - **Administração da Produção: ATLAS**, 2ª edição de 2002.

STANNACK, Peter (1996) **Perspectives on employee performance, Management Research News**, Vol. 19, (4/5), pp. 38-40.

TOMLINGSON, Paul. **Effective Maintenance: The Key to Profitability**. Eua: John Wiley& Sons, 1993.

TRIPODI, T., FELLIN, P. E MEYER, H. **Análise da Pesquisa Social**. Petropolis, RJ, Alves, 1975.

VALE: Disponível em: [www.vale.com.br/pt-br/investidores/perfil-vale/fact-sheet/Documents/factsheetp.pdf](http://www.vale.com.br/pt-br/investidores/perfil-vale/fact-sheet/Documents/factsheetp.pdf). Acessado em: Outubro de 2012.

VAN HOEK, R. I. **Measuring the unmeasurable** – measuring and improving performance in the supply chain. Supply Chain Management, Bradford, v. 3, n. 4, p. 187-192, 1998.

VOTORANTIM. Disponível: <http://www.votorantim.com.br/pt-BR/Paginas/home.aspx>. Acessado em: Novembro de 2012.

YIN, R. **Case Study Research: Design and Methods**. Sage Publications, second edition, London, 1994.

YU, Po-Lung. **Multiple Criteria Decision Making Concepts, Techniques, and Extensions**. Plenum Press, New York, USA, 1985.

WAGNER, S. M., (2006), **Supplier development practices: an exploratory study**, European Journal of Marketing, Vol. 40 Iss: 5 pp. 554 – 571.

ZOPOUNIDIS, C. and DOUMPOS, M. “**Multicriteria decision aid in Classification problems**”, Technical University of Crete, Dept. of Production Engineering and Management, Financial Engineering Laboratory, University Campus, 73100 Chania, Greece.2000.

# Apêndices

## APÊNDICE A– QUESTIONÁRIO

Questionário modelado pelo sistema REDES.

## Pesquisa de Avaliação de Fornecedores do Setor Mineral

### 1. Nome da Empresa (Opcional):

### 2. Cargo do Respondente:

### 3. Quais os níveis hierárquicos presentes na equipe responsável pelo setor de suprimentos? (Indique entre parênteses o número de funcionários por nível hierárquico)

Diretoria	<input type="text"/>
Gerência geral	<input type="text"/>
Gerência de área	<input type="text"/>
Analista	<input type="text"/>
Outro 1	<input type="text"/>
Outro 2	<input type="text"/>

### 4. Quais os insumos considerados fundamentais ao processo produtivo e que podem influenciar diretamente o desempenho da empresa? Existe mais de uma opção de fornecedor por insumo?

### 5. Quais os equipamentos considerados fundamentais ao processo produtivo e que podem influenciar diretamente o desempenho da empresa? Existe mais de uma opção de fornecedor por equipamento?

### 6. Quais os serviços considerados fundamentais ao processo produtivo e que podem influenciar diretamente o desempenho da empresa? Existe mais de uma opção de fornecedor por serviço?

18/05/13

Pesquisa de Avaliação de Fornecedores do Setor Mineral Survey

7. A Empresa desenvolve alguma política de parcerias com fornecedores? Com quais tipos de fornecedores (insumos e/ou equipamentos e/ou serviços)?

8. Existe algum tempo padrão de contrato? Se sim, quanto tempo?

9. A Empresa desenvolve alguma estratégia de avaliação de desempenho dos fornecedores? Qual(is)?

10. Quais os critérios mais relevantes na seleção de um fornecedor? Atribua um grau de importância (de 1 a 10) a cada critério citado.

Comerciais                      Logísticos                      Tecnológicos                      Qualidade

Grau de Importância                       

Outro (especifique)

11. Para cada critério citado na questão anterior, quais os subcritérios mais relevantes na seleção de um fornecedor? Atribua um grau de importância (de 1 a 10) a cada subcritério citado

	Comerciais	Logísticos	Tecnológicos	Qualidade	Suporte
1	<input type="text"/>				
2	<input type="text"/>				
3	<input type="text"/>				
4	<input type="text"/>				
5	<input type="text"/>				
6	<input type="text"/>				
7	<input type="text"/>				
8	<input type="text"/>				
9	<input type="text"/>				
10	<input type="text"/>				

Outro (especifique)

18/05/13

Pesquisa de Avaliação de Fornecedores do Setor Mineral Survey

**12, Há alguma diferenciação de critérios de seleção de fornecedor, de acordo com a classe do recurso (insumo/equipamento/serviço) solicitado? Caso positivo, quais as diferenças?**

**13, Há alguma diferenciação de subcritérios de seleção de fornecedor, de acordo com a classe do recurso (insumo/equipamento/serviço) solicitado? Caso positivo, quais as diferenças?**

Concluído

[Atenção aos SurveyMonitors](#)  
[Crie seus próprios questionários online gratuitos agora!](#)

## APÊNDICE B – MANUAL SOFTWARE EXPERT CHOICE

# EXPERT CHOICE TUTORIAL

This tutorial will guide you through two practice problems. 1) You will **build, make assessments** in, **synthesize**, and perform **sensitivity** on an EC model to find the best place to go on vacation. 2) You will create another type of model to **rate** vacation cities against standards you will establish.

## EXERCISE 1 -CHOOSING A VACATION SPOT

In this exercise you will build a model and perform pairwise assessments throughout. You will then synthesize to get your results and perform sensitivity analyses.

Your goal will be to find the best vacation place. We suggest you limit the number of criteria to four, and the places to three or four. You might choose from criteria such as cost, night life, friends, shopping, ocean, scuba diving, hiking, golfing, ease of getting to, climate, attractions, etc.

### START A NEW MODEL

To start a new model, do the following:

1. Click on the EXPERT CHOICE  icon on the desktop, or select Start, Programs, Expert Choice 2000 and select the Expert Choice 2000 icon.
- 1 Select File then New from the menu. Enter a name for your model (for example, Vacation).
- 2 Enter a brief description such as SELECT BEST PLACE TO GO ON VACATION.

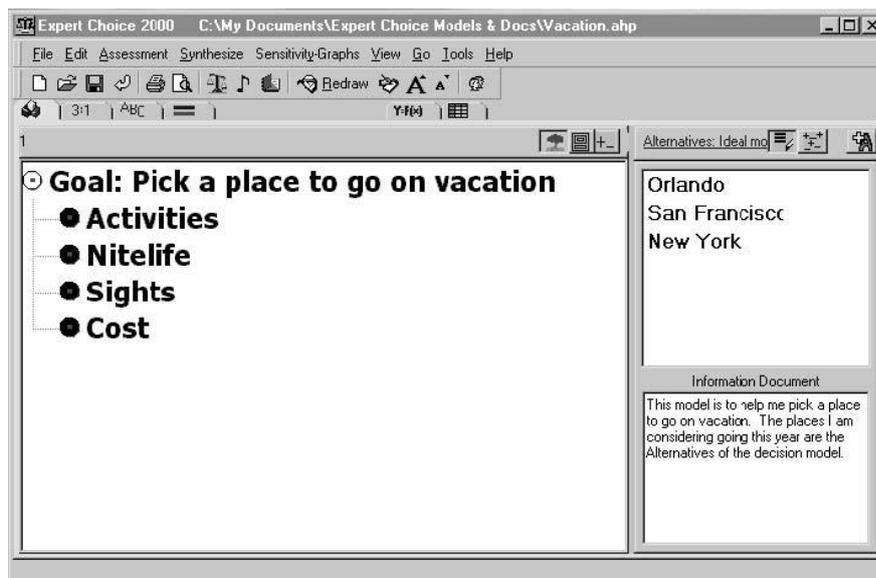
### ENTER YOUR OWN CRITERIA AND VACATION PLACES

#### Enter the Criteria

- 1 Select Edit then Insert Child of Current Node from the menu type your first criterion and press the <Enter> key. Continue entering criteria
- 2 Press <Esc> to stop the process of inserting criteria.

#### Enter the Alternatives

1. Next you will enter the alternatives,  the cities, by selecting E clicking the “Add Alternative” Adit Icon at the top right of the Alternatives panel. Alternative Insert, or by



**Figure 1.** An Example of a Vacation Model. The model is now complete. treewiew

panel at the left. The alternatives are in the Alternative Panel at the right. You could also insert subcriteria

and sub-subcriteria in the treeview panel as well, but we asked you to keep it simple this time.



### MAKING ASSESSMENTS (ENTERING YOUR JUDGMENTS)

An example is shown in Figure 1. The goal criteria are the

Move to the goal node to make assessments (i.e. enter your judgments) on the criteria. First enter judgments for the importance of the criteria with respect to the goal, then the alternatives with respect to each criterion. Use these steps:

- 1) Move to the Goal Node and click on it.
- 2) Select Assessment then Pairwise from the menu, then select:

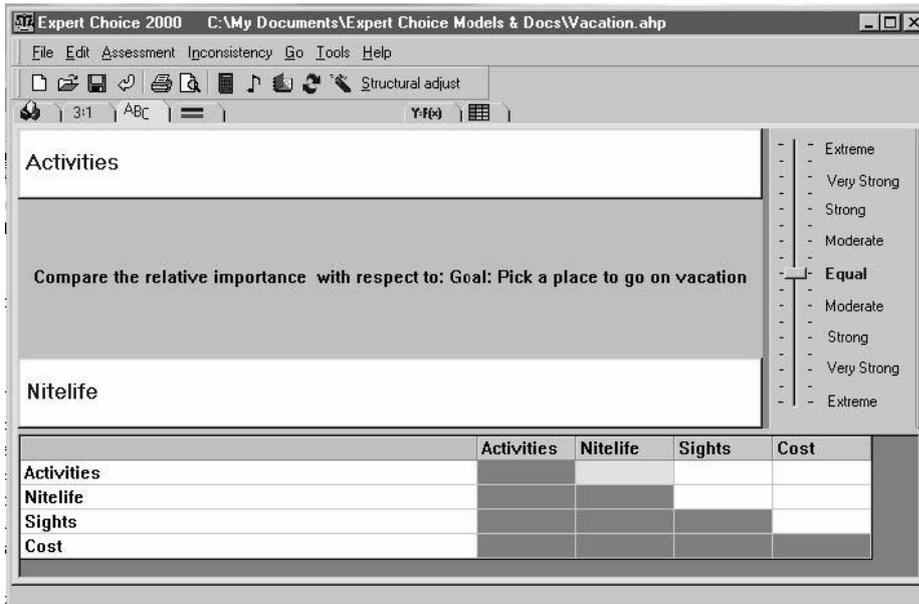
The verbal assessment screen for the criteria is shown in

for the treeview of the model.



Figure 2. To move back to the main screen at any time click the blocks icon

**Figure 2.** The Verbal Assessment Screen where you will make Judgments.



- Click with the mouse to move the indicator up and down the scale. Move it up if Activities are more important to you and move it down if Nitelife is more important to you.

- When you are finished with a judgment, move to the next cell by clicking in it with the mouse.

**Figure 3.** The Verbal Comparison Screen as it appears when Judgment 3 is the Current Judgment.

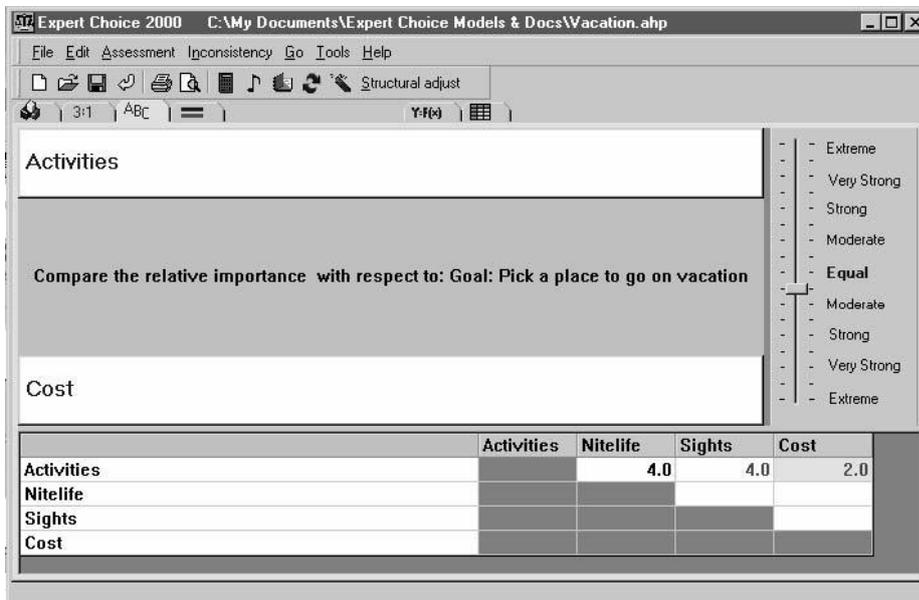


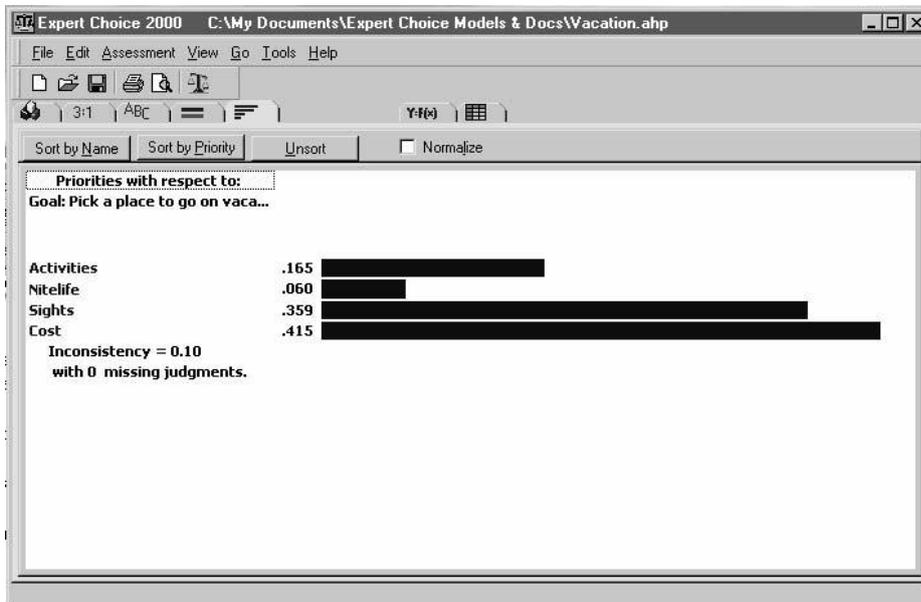
Figure 3 shows three of the six judgments entered. When the number is in red, it indicates the criterion at the top is more important than the criterion at the left. When it is in black, the one at the left is more important than the one at the right. So, here we have:

- **Activities** are between moderately and strongly more important than **nitelife**.
- **Sights** are between moderately and strongly more important than **Activities**
- **Cost** is between equally and moderately more important than **Activities**.

When you finish the comparisons by filling in all the white cells, click on the Calculate icon to find the priorities of the criteria with respect to the goal. If you accidentally end up back on the main screen, click on



tab to



return to the Verbal assessment screen and click Calculate.

**IMPROVING INCONSISTENCY** The **Inconsistency ratio**, shown at the bottom of the priorities screen is 0.1. It should be about 0.1 or less. It is okay here, but

we will show you how to improve it in any case.

- Return to the pairwise comparison screen by clicking the ABC icon
- Select Inconsistency, 1<sup>st</sup> from the menu to reveal the most inconsistent judgment.

Activities	Nitelife	Sights	Cost
	4.0	4.0	2.0
		5.0	5.0
			2.0
<b>Incon: 0.10</b>			

The judgment in red, 4.0, for Activities at the left versus Sights at the top will be highlighted as the 1<sup>st</sup> most inconsistent judgment. A red judgment is an “inverted” judgment because the element at the top, Sights, is more important than the element at the left.

- Select the Inconsistency command and Best Fit on its dropdown menu to have the best judgment of “inverted 1.1” displayed. This means keep the judgment in red (i.e. Sights is more important) and replace the 4.0 with 1.1. To “invert” or “uninvert” a judgment, use

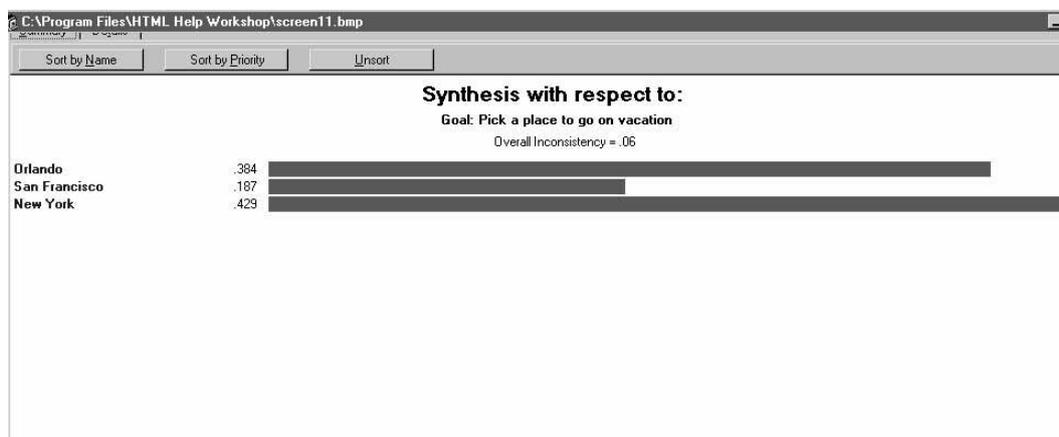


the indicator on the scale, or click the invert icon

This process will reduce the inconsistency to .02.

### COMPARE THE CITIES UNDER EACH CRITERION

Move to each criterion in turn by clicking on it and compare the cities using the Assessment command as you did the criteria. Note that this time the cities are compared using the word “preference”. Which city do you “prefer” for activities? And so on.



### SYNTHESIZING TO GET RESULTS

After all your judgments have been entered, return to the main treeview of the model, and select the Synthesize, from Main Goal command. The results of the model are shown in Figure 4.

Figure 4. Results Showing New York is Best.

## SENSITIVITY ANALYSIS

Do sensitivity analysis with the Sensitivity-Graphs command. In doing sensitivity analysis one varies the priorities of the criteria to observe the effect on the priorities of the alternatives. Experiment with changing the priorities of your criteria (by clicking and dragging the criterion bars). All five types of sensitivity available in Expert Choice are shown in the next page in **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.:** Performance, Gradient, Dynamic, 2-D Plot and Differences. You can open four types of sensitivity at once.

- Select Sensitivity-Graphs then Dynamic Sensitivity from the menu, and drag the bars for the criteria back and forth to see the effect of changing their priorities. Select Sensitivity All Four from the Window menu to see the all the graphs displayed at once.

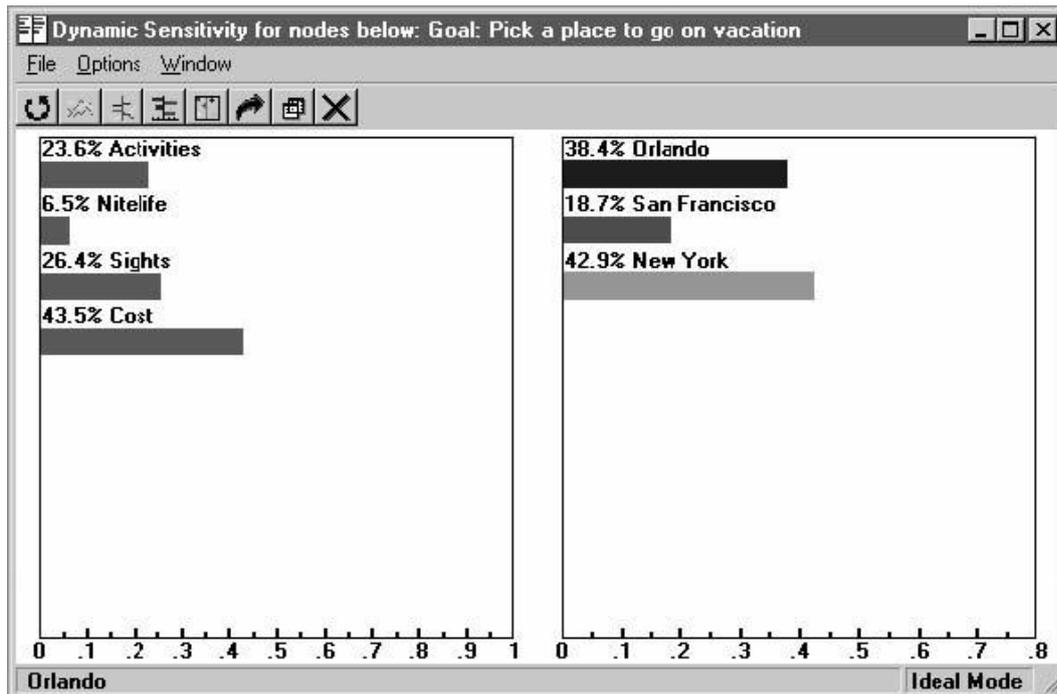


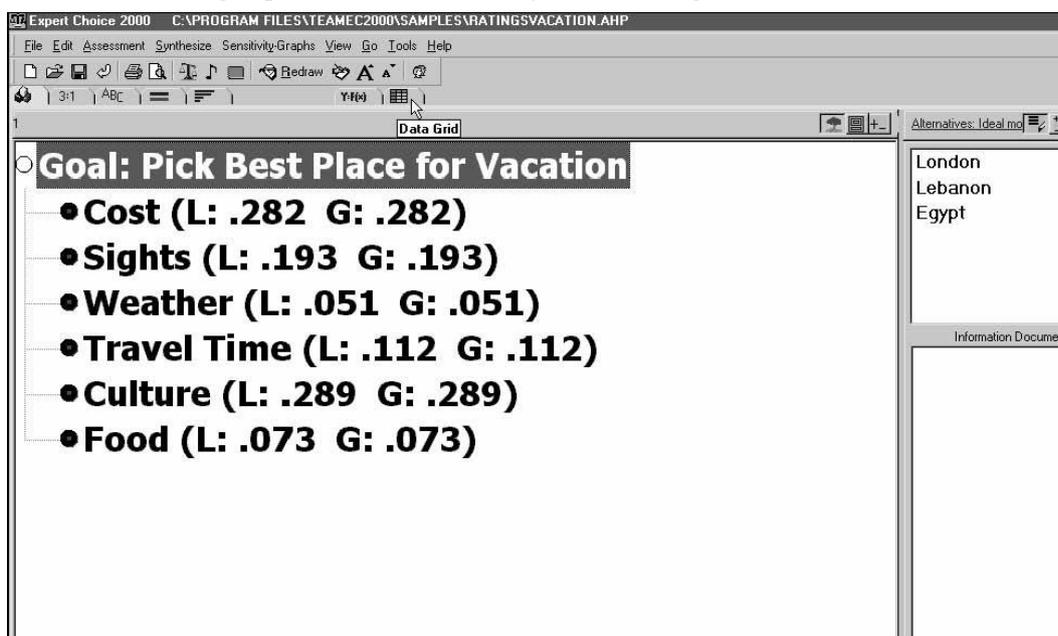
Figure 5. Dynamic Sensitivity Graphs showing New York is Best.

# EXPERT CHOICE TUTORIAL

This tutorial will guide you through two practice problems. 3) You will **build**, **make assessments** in, **synthesize**, and perform **sensitivity** on an EC model to find the best place to go on vacation. 4) You will create another type of model to **rate** vacation cities against standards you will establish.

## EXERCISE 2 -CONVERT THE PREVIOUS MODEL INTO A RATINGS MODEL

In this exercise you will convert a Vacation model into a ratings model by replacing the alternatives with rating intensities, which will serve as standards. The alternatives are entered into in a ratings spreadsheet where they are rated against the standards established in the main



model. The Process of rating alternatives against standards is referred to as performing absolute measurement.

We shall show the process using the model in the following figure.

### Vacation Model



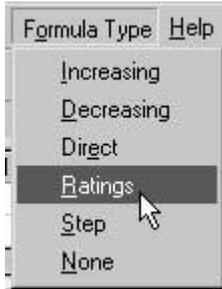
Click on the

- 1 Start with your model Data Grid icon from Exercise 1.
- 2 Make a copy of it by selecting File, Save as, then enter a new name such as VACATN2. This process leaves you in a copy of the model.

to get into the Ratings spreadsheet.

4. Click on the first cell in the spreadsheet. Then select Formula Type from the menu and Ratings as shown below.

**ESTABLISH RATING INTENSITIES FOR EACH COLUMN (AND PRIORITIZE )**



When you wish to use the same scale for more than one column go to the Formulas Grid by

**2. A STEP SCALE IS USED FOR THE COST CRITERION**

In this scale data is used about the cost. The first step is \$0 up to \$1200 (cheap), the second step is \$1200 up to \$2500 (moderate), the third step is \$2500 up to \$4000 (Above Avg), the fourth step is \$4000 up to \$5000 (Med High), and the fifth step is above \$5000 (High). Select the Step type of formula to input data in ranges in this way.

Enter the actual data value in the cell when doing the clicking on the icon . All the

Excellent	Above Averag	Average	Below Averag
1 (1.000)	2 (.538)	3 (.189)	4 (.089)

(after you have selected or created them). We used a

Cheap	Moderate	Above Avg	Med High	High
1 (.206)	2 (1.000)	3 (.889)	4 (.381)	5 (.095)
0	1200	2500	4000	5000

three criteria assessments. below.

**3. A DIFFERENT RATINGS SCALE IS USED FOR THE WEATHER CRITERION**

Note that the extremes of cool and cloudy and hot have the lowest values.

Moderate	Warm	Cool & Cloud	Hot
1 (1.000)	2 (.450)	3 (.180)	4 (.100)

**4. ANOTHER RATINGS SCALE IS USED FOR TRAVEL TIME**

The ratings above are in terms of travel time: a) less than six hours b) from six up to 12 hours c)

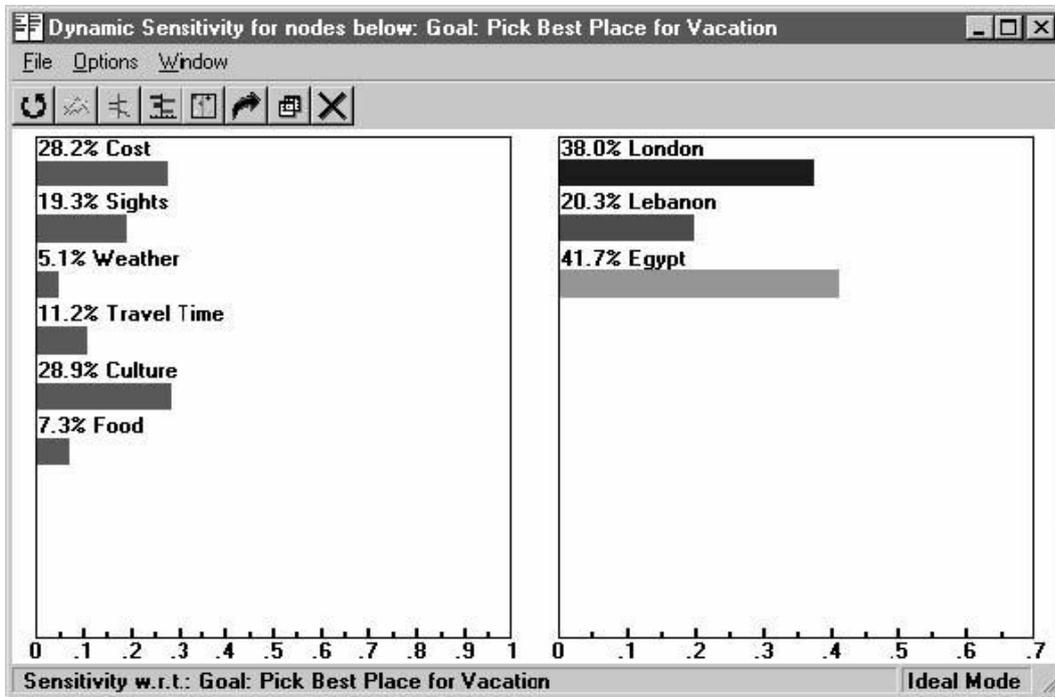
less than si	six to < 12	twelve to <	eighteen to	twentyfour h
1 (1.000)	2 (.475)	3 (.209)	4 (.074)	5 (.058)

from 12 up to 18 hours d) from 18 up to 24 hours



To perform sensitivity from a ratings model you must extract the top alternatives into a relative model. Right click with the mouse on each alternative to be extracted as an alternative to the main model. Then return to the main model view by clicking on the icon 

.You will then perform sensitivity in the usual with the command Sensitivity-Graphs, Dynamic to see the



sensitivity shown in the figure below.

**Return to the Main Model and Select Sensitivity-Graphs to Perform Dynamic Sensitivi**