

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO

ROGÉRIO AMARAL BONATTI

**A GESTÃO DA INFORMAÇÃO E O PROCESSO DECISÓRIO NO SETOR
ENERGÉTICO: APLICAÇÃO DO MÉTODO AHP NA MENSURAÇÃO DE
CRITÉRIOS E ALTERNATIVAS**

Belo Horizonte

2015

ROGÉRIO AMARAL BONATTI

**A GESTÃO DA INFORMAÇÃO E O PROCESSO DECISÓRIO NO SETOR
ENERGÉTICO: APLICAÇÃO DO MÉTODO AHP NA MENSURAÇÃO DE
CRITÉRIOS E ALTERNATIVAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação da Escola de Ciência da Informação da Universidade Federal de Minas Gerais para obtenção do grau de Mestre em Ciência da Informação.

Linha de Pesquisa: Gestão da Informação e do Conhecimento

Orientador: Profa. Dra. Renata Maria Abrantes Baracho

BELO HORIZONTE

2015

Bonatti, Rogério Amaral.

B699g A gestão da informação e o processo decisório no setor energético [manuscrito] : aplicação do método AHP na mensuração de critérios e alternativas / Rogério Amaral Bonatti. – 2015.
100 f. : il., enc.

Orientadora: Renata Maria Abrantes Baracho.
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Ciência da Informação.
Referências: f. 86-88
Apêndices: f. 89-96
Anexo: f. 97-100

1. Ciência da informação – Teses. 2. Gestão da informação – Teses. 3. Planejamento estratégico – Teses. 4. Processo decisório – Teses. 5. Energia elétrica – Teses. I. Título. II. Baracho, Renata Maria Abrantes. III. Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Ciência da Informação.

CDU: 65.012.2



UFMG

Universidade Federal de Minas Gerais
Escola de Ciência da Informação
Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação

FOLHA DE APROVAÇÃO

"A GESTÃO DA INFORMAÇÃO E O PROCESSO DECISÓRIO NO SETOR ENERGÉTICO: APLICAÇÃO DO MÉTODO AHP NA MENSURAÇÃO DE CRITÉRIOS E ALTERNATIVAS"

Rogério Amaral Bonatti

Dissertação submetida à Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação da Universidade Federal de Minas Gerais, como parte dos requisitos à obtenção do título de "**Mestre em Ciência da Informação**", linha de pesquisa "**Gestão da Informação e do Conhecimento**".

Dissertação aprovada em: 08 de julho de 2015.

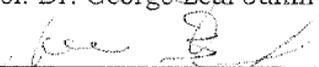
Por:



Prof. Dra. Renata Maria Abrantes Baracho Porto - ECI/UFMG (Orientadora)



Prof. Dr. George Leal Jamil - IETEC



Prof. Dr. Mauricio Barcellos Almeida - ECI/UFMG



Prof. Dra. Gercina Ângela Borém de Oliveira Lima - ECI/UFMG

Aprovada pelo Colegiado do PPGCI



Prof. Mauricio Barcellos Almeida
Sub-coordenador

Versão final Aprovada por



Prof. Renata Maria Abrantes Baracho Porto
Orientadora



UFMG

Universidade Federal de Minas Gerais
Escola de Ciência da Informação
Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação

ATA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE **ROGÉRIO AMARAL BONATTI**, matrícula:
2013709000

Às 10:00 horas do dia 08 de julho de 2015, reuniu-se na Escola de Ciência da Informação da UFMG a Comissão Examinadora aprovada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação em 26/06/2015, para julgar, em exame final, o trabalho intitulado ***A gestão da informação e o processo decisório no setor energético: aplicação do método AHP na mensuração de critérios e alternativas***, requisito final para obtenção do Grau de MESTRE em CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO, área de concentração: Produção, Organização e Utilização da Informação, Linha de Pesquisa: Gestão da Informação e do Conhecimento. Abrindo a sessão, a Presidente da Comissão, Profa. Dra. Renata Maria Abrantes Baracho Porto, após dar conhecimento aos presentes do teor das Normas Regulamentares do Trabalho Final, passou a palavra ao candidato para apresentação de seu trabalho. Seguiu-se a arguição pelos examinadores com a respectiva defesa do candidato. Logo após, a Comissão se reuniu sem a presença do candidato e do público, para julgamento e expedição do resultado final. Foram atribuídas as seguintes indicações:

Profa. Dra. Renata Maria Abrantes Baracho Porto - Orientadora	APROVADO
Prof. Dr. George Leal Jamil	APROVADO
Prof. Dr. Maurício Barcellos Almeida	APROVADO
Profa. Dra. Gercina Ângela Borém de Oliveira Lima	APROVADO

Pelas indicações, o candidato foi considerado APROVADO.

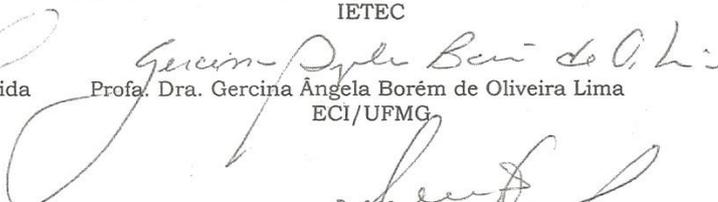
O resultado final foi comunicado publicamente ao candidato pela Presidente da Comissão. Nada mais havendo a tratar, a Presidente encerrou a sessão, da qual foi lavrada a presente ATA que será assinada por todos os membros participantes da Comissão Examinadora.

Belo Horizonte, 08 de julho de 2015


Profa. Dra. Renata Maria Abrantes Baracho Porto
ECI/UFMG


Prof. Dr. George Leal Jamil
IETEC


Prof. Dr. Maurício Barcellos Almeida
ECI/UFMG


Profa. Dra. Gercina Ângela Borém de Oliveira Lima
ECI/UFMG


Prof. Maurício Barcellos Almeida
Sub-Coordenador do Programa de Pós-Graduação
em Ciência da Informação/UFMG

Obs: Este documento não terá validade sem a assinatura e carimbo da Coordenadora.

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho aos meus pais e irmãos que além do laço sanguíneo são meus maiores amigos. Dedico a conclusão dessa pesquisa aos professores que compartilharam e engradeceram minha jornada, principalmente à professora Renata Maria Abrantes Baracho que também se tornou uma amiga confidente e companheira de altas horas com base na cafeína. Enfim, dedico a conclusão dessa etapa às pessoas que acreditaram e que de alguma forma colaboraram para o meu encorajamento e vontade de me superar frente aos desafios.

AGRADECIMENTOS

Uma vez mais cito meus familiares, principalmente minhas duas sobrinhas lindas Júlia e Gabriela que faziam a cada sorriso me esquecer de tudo que ainda precisava escrever. Agradeço a todos os funcionários da Biblioteca Professora Etelvina Lima que além de companheiros de formação foram sempre extremamente atenciosos e bem humorados mesmo em auxílio a um bibliotecário desesperado. Agradeço, enfim, a todos os funcionários da ECI, especificamente à Gisele, à Carolina e à Nely que são sempre solícitas às minhas perturbações acadêmicas.

“All day long I think of things

But nothing seems to satisfy”

Black Sabbath, *Paranoid*, 1970

RESUMO

Essa pesquisa fundamenta-se na necessidade de identificação do fluxo informacional para o processo decisório das concessionárias energéticas. A elaboração de um modelo de referência prevê a adoção de um método para a mensuração de critérios e alternativas que se relacionam com um problema a ser solucionado ou a uma meta estabelecida. As questões trazidas pela Gestão da Informação e do Conhecimento, pelo Planejamento Estratégico e pelo levantamento informacional realizado contribuíram para a elaboração deste modelo informacional de referência sobre o setor energético. O estudo sobre os processos de tomada de decisão foi direcionado ao setor energético e envolve, mais precisamente, empreendimentos de geração de energia elétrica a partir de fontes renováveis alternativas. A identificação de um problema permite a possibilidade de aplicação do método de análise de multicritérios *Analytic Hierarchy Process* ou processo de análise hierárquica. A escolha deste método se deu a partir da literatura relacionada, por opiniões de gestores que mantiveram contato durante a realização da pesquisa e por trabalhos recentes em diferentes áreas do conhecimento que fazem alusão a gestão do conhecimento e sobre a importância da informação nos processos de tomada de decisões. A flexibilidade e simplicidade de se elaborar a hierarquia do problema são favoráveis à adoção deste método. Sua aplicação para a pesquisa foi realizada sobre uma situação originária da análise de resultados obtidos por meio de questionários e com o auxílio de consultores e especialistas do setor ou que estejam envolvidos na área estratégica de suas respectivas organizações. O processo de análise hierárquica utiliza a agregação de variáveis intangíveis e, dentre alguns métodos multicritérios de análise de decisão estudados, demonstrou ser de boa aplicabilidade. A aplicação do processo de análise hierárquica evidencia a necessidade de um recurso computacional para a realização de grande quantidade de comparações entre as preferências dos gestores e o aspecto subjetivo dos julgamentos. O envolvimento das pessoas responsáveis pelas decisões estratégicas é fator decisivo para o correto emprego desse método de análise com multicritérios. Procura-se demonstrar no decorrer da pesquisa que as práticas da gestão da informação e do conhecimento propiciam a conversão correta do insumo informacional sob o formato de critérios e alternativas consideradas, o que fornece os principais elementos para o processo de análise hierárquica.

Palavras-chave: Gestão da Informação e do Conhecimento. Planejamento Estratégico. Análise multicritério. Geração de Energia Elétrica.

ABSTRACT

This research has the purpose to identify the information flow for decision-making processes at energy sector. The development of a model provides the choice of a method for the measurement criteria and alternatives that relate to a problem to be solved or an established goal. The questions about the Information and Knowledge Management at Strategic Planning and the informational survey contributed to the elaboration of this information model of reference on the energy sector. The study on decision-making processes was directed to the energy sector and involves more precisely, projects of power generation from alternative renewable sources. The definition of a problem allows for the possibility of applying advanced analysis method Analytic Hierarchy Process. The choice of this method has made from the literature researched and recent work in different areas of knowledge that allude to knowledge management and the importance of information in decision making processes. The flexibility and simplicity of drawing up the problem of hierarchy are favorable to the adoption of this method. Its application was performed on a situation originally from analysis results obtained through questionnaires and with the help of consultants and industry experts who are involved in the strategic area of their respective organizations. The Analytic Hierarchy Process uses the aggregation of intangible variables and among some advanced methods studied decision analysis, proved to be good applicability. The application of this method highlights the need for a computational resource for conducting lot of comparisons between the preferences of managers and the subjective aspect of the trials. The involvement of the persons responsible for strategic decisions is a key factor for the correct use of this advanced with analysis method. It was demonstrated during the research that the practices of information management and knowledge provide the correct conversion of informational input in the form of criteria and alternatives considered, which provides the core elements of the process of hierarchical analysis.

Keywords: Knowledge Management. Strategic Planning. Analytic Hierarchy Process. Energy Generation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Espiral do Conhecimento.....	22
Figura 2: Processos da Gestão do Conhecimento	25
Figura 3: Fontes de Informações Gerenciais	28
Figura 4: Estrutura Hierárquica para Tomada de Decisão.....	41
Figura 5: Hierarquização de Problemas.....	46
Figura 6: Documentos e Fontes de Informação.....	56
Figura 7: Indicadores Econômicos.....	57
Figura 8: Indicadores do Setor Energético.....	57
Figura 9: Parâmetros (mensuração inicial)	58
Figura 10: Critérios no Processo Decisório do Setor Energético.....	60
Figura 11: Mensuração Inicial dos Critérios.....	61
Figura 12: Mensuração Inicial das Alternativas sob Foco dos Critérios.....	61
Figura 13: Modelo Informacional de Referência	67
Figura 14: Hieraquia do Problema Identificado.....	69
Figura 15: Representatividade dos Critérios Escolhidos	70
Figura 18: Avaliação das Alternativas sob o Critério 'Disponibilidade do RE'.....	71
Figura 17: Identificação da Importância dos Critérios.....	77

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Fontes de Geração de Energia	30
Tabela 2: Histórico do Uso da Fonte Eólica para Geração de Energia Elétrica.....	31
Tabela 3: Custo Marginal de Expansão	32
Tabela 4: Projeção PIB (% ao ano).....	36
Tabela 5: Histórico e Referência do PIB	36
Tabela 6: Capacidade Instalada Dez/2005	37
Tabela 7: Métodos Multicritérios	40
Tabela 8: Escala de Julgamento de Pesos no AHP	47
Tabela 9: Matriz de Julgamento.....	48
Tabela 10: Normalização da Matriz de Julgamento - passo 1	48
Tabela 11: Normalização de Matriz de Julgamento - passo 2.....	48
Tabela 12: Vetor Prioridade	49
Tabela 13: Índice de Consistência Randômico.....	50
Tabela 14: Indicadores Econômicos	52
Tabela 15: Carga de Energia	53
Tabela 16: Carga de Demanda.....	53
Tabela 17: Parâmetros decisórios	64
Tabela 18: Fontes de Geração de Energia Elétrica	65
Tabela 19: Indicadores.....	65
Tabela 20: Matriz Julgamento de C1	72
Tabela 21: Matriz Normalizada de C1.....	73
Tabela 22: Prioridade Média Local (PML) de C1	73
Tabela 23: Matrizes de Julgamento Normalizadas e suas respectivas PMLs	75
Tabela 24: Matriz de Julgamento dos Critérios sob o Objetivo.....	77
Tabela 25: Matriz Normalizada e Vetor de Prioridade Global	77
Tabela 26: Índice de Consistência Randômico.....	80

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Custo de Geração por Fonte	33
Gráfico 2: Capacidade Instalada por Fonte	38
Gráfico 3: Aplicação AHP por Temas Específicos	42
Gráfico 4: Região de Aplicação do AHP	43
Gráfico 5: Fluxo básico da aplicação do Método AHP	44
Gráfico 6: Projeção de Carga de Energia Elétrica	54
Gráfico 7: Tempo de Atuação dos Respondentes	63
Gráfico 8: Tempo de Atuação no Setor Energético	64
Gráfico 9: Relevância Considerada sobre os os Critérios	70
Gráfico 10: Representatividade das Alternativas	72
Gráfico 11: PML sob perspectiva de C1	74
Gráfico 12: PML sob perspectiva de todos os critérios	76
Gráfico 13: Prioridade Global	79

LISTA DE ABREVIATURAS

AHP	-	Analytic Hierarchy Process
ANEEL	-	Agência Nacional de Energia Elétrica
BEN	-	Balanco Energético Nacional
CEMIG	-	Concessionária Energética de Minas Gerais
CI	-	Ciência da Informação
CME	-	Custo Marginal de Expansão
CNPE	-	Conselho Nacional de Política Energética
GIC	-	Gestão do Conhecimento
EPE	-	Empresa de Pesquisa Energética
FAPEMIG	-	Fundação de Apoio à Pesquisa de Minas Gerais
IC	-	Índice de Consistência
IR	-	Índice de Consistência Randômico
MME	-	Ministério de Minas e Energia – Brasil
MW	-	Mega Watts (unidade energética)
PCH	-	Pequena Central Hidrelétrica
PDE	-	Plano Decenal de Expansão de Energia
PG	-	Prioridade Global
PML	-	Prioridade Média Local
PNE	-	Plano Nacional de Energia
PIB	-	Produto Interno Bruto
PROINFA	-	Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica
RC	-	Razão de Consistência
ROL	-	Receita operacional líquida
SIN	-	Sistema Interligado Nacional (energia elétrica)
UFV	-	Usina Fotovoltaica

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 PROBLEMA	16
1.2 OBJETIVOS.....	17
1.2.1 <i>Objetivo geral</i>	18
1.2.2 <i>Objetivos específicos</i>	18
1.3 JUSTIFICATIVA.....	19
1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	21
2 REFERENCIAL TEÓRICO E METODOLÓGICO	22
2.1 GESTÃO DO CONHECIMENTO	22
2.2 PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO.....	26
2.3 SETOR ENERGÉTICO.....	29
2.3.1 <i>Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL)</i>	29
2.3.2 <i>Empresa de Pesquisa Energética (EPE)</i>	31
2.3.3 <i>Ministério de Minas e Energia (MME)</i>	34
2.3.3.1 <i>Plano Decenal de Expansão (PDE)</i>	34
2.3.3.2 <i>Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA)</i>	38
2.4 MÉTODOS MULTICRITÉRIOS DE DECISÃO.....	40
2.4.1 <i>O Método Analytic Hierarchy Process (AHP)</i>	41
2.4.1.1 <i>Conceitos Algébricos</i>	44
2.4.1.2 <i>Fundamentos do AHP</i>	46
3 METODOLOGIA	51
3.1 LEVANTAMENTO DOS INDICADORES E PARÂMETROS	51
3.2 QUESTIONÁRIOS.....	55
3.2.1 <i>Primeiro questionário</i>	55
3.2.2 <i>Modelo de Referência Informacional do Setor Energético</i>	59
3.2.3 <i>Segundo questionário</i>	59
3.2.3.1 <i>Mensuração Inicial dos Critérios e Alternativas</i>	60
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	63
4.1 MODELO DE REFERENCIA INFORMACIONAL.....	66
4.2 HIERARQUIZAÇÃO DO PROBLEMA IDENTIFICADO	68
4.3 MENSURAÇÃO DOS CRITÉRIOS E ALTERNATIVAS	69
4.3.1 <i>Normalização das Matrizes de Julgamento</i>	71

4.4 RESULTADOS DA APLICAÇÃO DO AHP	76
4.4.1 <i>Prioridade Média Global</i>	76
4.4.2 <i>Consistência das Matrizes de Julgamento</i>	79
5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	82
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	86
APÊNDICE A: PRIMEIRO QUESTIONÁRIO	89
ANEXO I: DEFINIÇÃO DA OBRIGATORIEDADE DE INVESTIMENTO EM PESQUISAS	97

1 INTRODUÇÃO

Os processos descritos e originários de trabalhos científicos do campo da Ciência da Informação, especificamente da área de Gestão da Informação e do Conhecimento, permeiam todos ambientes estruturados, organizacionais, do setor público ou do setor privado, que têm por premissa a identificação, categorização e uso de informações para as tomadas de decisões. Aos indivíduos dos setores estratégicos, responsáveis pelo direcionamento organizacional, são fornecidos os insumos informacionais necessários para a seleção, estudos sobre um cenário existente e projeções estimadas para um cenário futuro. A eles também se designa, todavia não objeto desse estudo, os aspectos cognitivos relacionados à tomada de decisão.

A gestão do conhecimento atua sobre os processos relacionados à tomada de decisão ou simplesmente processos decisórios e condiz com a análise crítica do conteúdo proveniente das fontes de informação. A intitulada inteligência estratégica é considerada a síntese dos trabalhos de gestão da informação, da gestão do conhecimento e é capaz de determinar novas estratégias ou metas para as organizações (TARAPANOFF, 2006).

A informação como recurso é relevante quando se aborda o planejamento estratégico de uma organização. Sobre os termos 'uso da informação' e 'tecnologia da informação', que aparecem com frequência juntos ou sob a mesma conotação, é possível identificar três dimensões de como e quando a informação é tratada como recurso pelas organizações:

- Quando o enfoque principal é a capacidade de desenvolver informação exclusiva sobre o nicho de mercado da organização se denomina informação como vantagem competitiva;
- A comercialização da informação quando se dá o reconhecimento do valor da informação e o desenvolvimento de empreendimento comercial em torno da capacidade de informação da organização;
- E, pela exclusividade alcançada por uma organização pela orientação estratégica da informação é dito que são produtos ou serviços de informação (McGEE, PRUSAK, 1995).

Com a finalidade de orientar essa pesquisa, observam-se os aspectos informacionais do setor energético brasileiro, no que tange à primeira e à terceira dimensão acima trazidas pelos autores. Durante o desenvolvimento do trabalho, é esperado um melhor entendimento sobre o cenário do mercado em que as organizações do setor, também denominadas concessionárias energéticas, estão inseridas.

A partir da Lei 9.991 de 24 de Julho de 2000, as empresas concessionárias, permissionárias e autorizadas do setor de energia elétrica ficaram incumbidas a destinarem parte de sua receita operacional líquida (ROL) para o desenvolvimento de trabalhos científicos

e de estudos sobre eficiência energética, concretizando a aproximação junto às instituições de pesquisa (Lei 9.991, Art.1). As empresas envolvidas em novos empreendimentos do setor energético, desde a promulgação desta lei e outras diversas posteriores que ditam sobre esse tema, precisaram se adequar ao mercado de competição e de livre concorrência no qual estão inseridas.

Para Nonaka e Takeuchi (1997), o processo de desenvolvimento de novos produtos e serviços é responsável pela essência da criação do novo conhecimento organizacional a ser gerido. O conhecimento organizacional aliado aos moldes mercadológicos que regem o setor deve prover alternativas consistentes em relação à possibilidade de investimento e realização de novos empreendimentos que dizem respeito à geração de energia elétrica, por exemplo.

O setor energético é um mercado regulamentado em constante expansão, seja pelo crescimento demográfico ou da produção industrial. Por mais recente que seja a visibilidade da crise energética ocasionada pela necessidade de ocorrência de chuvas nas regiões das bacias hidrográficas que compõem a base da matriz energética brasileira, a utilização de diferentes fontes energéticas para a produção de energia elétrica é, há algum tempo, tema de diversos trabalhos, estudos governamentais e um tópico de crescente presença nas pesquisas no campo da Ciência da Informação (QUEIROZ, 2001; SILVA *et al.*, 2010; TOLMASQUIM, 2012).

Ainda sobre o setor energético, sua abrangência e o direcionamento específico são orientados sob quatro perspectivas, a saber: geração, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica. Esta pesquisa abrange assuntos relacionados ao segmento de geração de energia elétrica, com foco no auxílio dos processos decisórios nos quais são analisadas as possibilidades de novos empreendimentos. Assim, para fins de esclarecimento dos fundamentos da pesquisa, tudo a que se refira no texto ao setor energético, é especificamente designado à geração de energia elétrica.

Nesta pesquisa são apontadas as mudanças do setor energético que afetam o segmento de geração de energia elétrica e são identificados trabalhos correlatos que tratam da gestão e uso da informação no apoio à tomada de decisões, os quais colaboram com os temas aqui abordados. Para que haja a melhor compreensão da abrangência desse trabalho e com a intenção de se alcançar os objetivos dessa pesquisa, são abordados conceitos relacionados à gestão da informação, à gestão do conhecimento, ao planejamento estratégico e conceitos matemáticos que sejam englobados por esta pesquisa assim como um levantamento de documentos do setor energético.

O tema comportamento informacional das organizações é abordado por alguns autores. O tratamento adequado do conhecimento pelas organizações pode proporcionar vantagem estratégica e gerar retornos crescentes e contínuos. Assim é descrito que o

conhecimento organizacional seja o responsável por mostrar às empresas como atuar nos dias correntes e como melhorar sua atuação em cenários futuros (DAVENPORT, PRUSAK; 1998).

A identificação do comportamento informacional de uma organização é relevante para se compreender a finalidade do uso, seja para se orientar frente às mudanças do ambiente externo de negócios, seja para a construção do conhecimento por práticas de aprendizagem, seja como subsídio para embasar os processos de tomada de decisões de gestores e outros envolvidos nos processos decisórios das organizações (CHOO, 2003).

Em diversos trabalhos e publicações é possível perceber a junção dos conceitos acima mencionados com o conhecimento das possibilidades e oportunidades, a que alguns autores denominam inteligência competitiva. Essa aliança tem sido um tema sempre presente no planejamento estratégico e sobre sua importância aos processos decisórios, Oliveira (2006) afirma:

“[...] o planejamento estratégico corresponde ao estabelecimento de um conjunto de providências a serem tomadas pelo executivo para a situação em que o futuro tende a ser diferente do passado; entretanto, a empresa tem condições e meios de agir sobre as variáveis e fatores de modo que possa exercer alguma influência; [...] também pressupõe a necessidade de um processo decisório que ocorrerá antes, durante e depois de sua elaboração e implementação na empresa.” (OLIVEIRA, 2006, p. 35).

Considera-se que a compreensão do fluxo informacional das organizações é concomitante à compreensão dos processos decisórios. O presente trabalho analisa conceitos trazidos pelo campo da Ciência da Informação e da Administração que abordam as fases do Planejamento Estratégico (CHIAVENATO e SAPIRO, 2003; FERNANDINO e OLIVEIRA, 2010).

Por conseguinte, é esperado que, por meio da identificação e uso de um conjunto de indicadores para a elaboração de um mecanismo de mensuração de prioridades associado a um modelo de decisão, a gestão da informação e do conhecimento possa auxiliar as empresas do setor energético nas atividades relacionadas à tomada de decisões estratégicas para novos empreendimentos de geração de energia elétrica.

1.1 Problema

A partir do ano 2000 ocorreram mudanças consideráveis na regulamentação e também de outros fatores que enfatizam a participação das fontes alternativas na produção de energia elétrica. A quantidade de insumo informacional produzida pela regulamentação e diversas alterações da legislação, além de todas as publicações relacionadas ao âmbito das concessionárias a que compete os estudos e investimentos em pesquisas, se torna um desafio aos gestores das empresas do setor energético.

Assim, a questão energética do Brasil e do mundo tem sido debatida por diversos grupos de pesquisas. Uma pesquisa simples nos motores de busca com a expressão 'energia elétrica' provê quantidade de títulos que corrobora essa afirmação. A energia, independente de sua forma e finalidade, é sempre um setor em expansão e nos países em desenvolvimento como o Brasil a preocupação está associada com quesitos de sustentabilidade, energia limpa e recursos renováveis. A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), que tem como missão "Proporcionar condições favoráveis para que o mercado de energia elétrica se desenvolva com equilíbrio entre os agentes e em benefício da sociedade" (www.aneel.gov.br – Missão), juntamente com órgãos governamentais como o Ministério de Minas e Energia (MME) são os responsáveis pela regulamentação do setor energético.

Estudos como o Plano Decenal de Expansão de Energia de 2010 (PDE 2010), desenvolvido pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), demonstram que o Brasil tem sido capaz de atender a demanda crescente no setor de energia através de forte participação das fontes renováveis de energia (hidráulica, eólica, etanol, biomassa, principalmente). Assim, se tem o Brasil dentro de um cenário promissor pela oferta de alternativas de produção energética e dos recursos em abundância nas mais variadas fontes. (TOLMASQUIM, 2012).

A produção e consumo de energia, em seu sentido mais amplo para uma nação, tem um papel fundamental para o desenvolvimento sustentável e, conseqüentemente, para o aumento da qualidade de vida de uma população. A escolha de como se proceder para a expansão energética de uma determinada região através de tomada de decisão e planejamento estratégico que vise atender a demanda energética de um estado ou país e que preze pelo crescimento sustentável pode ser atendida através dos recursos informacionais disponíveis e identificáveis.

O problema de pesquisa trabalhado nessa dissertação é expresso pela questão: como as práticas da gestão da informação e do conhecimento podem auxiliar o fornecimento do insumo informacional necessário aos setores estratégicos das concessionárias energéticas e como a modelagem dos problemas complexos sobre as decisões de novos empreendimentos no setor energético colabora para a elaboração dos cenários para novos empreendimentos no setor?

É esperado que por meio da identificação dos processos decisórios e da hierarquização destes problemas seja possível responder a estas perguntas e elaborar uma metodologia aplicável para o setor estratégico das concessionárias energéticas.

1.2 Objetivos

Os esforços para a concretização dessa pesquisa foram voltados para solucionar questões relacionadas às tomadas de decisões de organizações do setor energético. A partir

da identificação de um objetivo, a modelagem em uma estrutura hierárquica tem o intuito de criar uma visão que aborde tópicos da Gestão da Informação e do Conhecimento (GIC), Administração e Matemática, e provê o levantamento do insumo informacional destinado ao setor energético.

1.2.1 Objetivo geral

Ao realizar o levantamento de trabalhos relacionados com o processo decisório do setor energético, define-se como objetivo geral a identificação dos processos da gestão da informação e do conhecimento e as práticas definidas no planejamento estratégico que possam alterar a tomada de decisão inerente ao mercado que envolve os projetos de Planejamento e Desenvolvimento e de Eficiência Energética e que estão no âmbito da necessidade das concessionárias.

1.2.2 Objetivos específicos

Adicionalmente ao objetivo principal, os tópicos abaixo dispõem os objetivos específicos da pesquisa:

- Enumerar os principais recursos informacionais, tanto de cunho científico quanto as regulamentações específicas do setor energético, que são utilizados como insumo nos processos relacionados à tomada de decisão das concessionárias energéticas.
- Relacionar dentre os documentos governamentais os tópicos voltados à geração de energia elétrica, os quais forneceram os tipos de fontes energéticas a serem consideradas para o decorrer dessa pesquisa e que possam ser utilizados no processo decisório;
- Interpretar os dados colhidos para categorização de prioridades, definidos como critérios de decisão para as alternativas de investimentos para novos empreendimentos no setor energético. Os dados obtidos no 2º semestre do ano de 2014 estão descritos na publicação de Baracho *et al.* 2014¹ e nos anexos dessa pesquisa.

¹ BARACHO, R. M. A.; BONATTI, R. A., BASTOS, M. C.. Modelo de Apoio a Decisão em Geração de Energia Elétrica: um estudo a partir de indicadores e parâmetros. Apresentado no XV Enancib, 2014.

- Descrever o *Analytic Hierarchy Process* (AHP), apresentado por Saaty na década de 80 e que tem sido utilizado em diversos trabalhos que envolvem processos decisórios em diversas áreas e aplicações.
- Identificar e mensurar as alternativas de fontes de geração de energia elétrica sob o contexto de cada um dos critérios identificados. A definição da relação entre critério e alternativa deve estar em conformidade com a opinião dos gestores.

Tanto a aplicação de questionários em momentos distintos como ferramenta para esta aferição junto aos gestores do setor energético e a análise dos resultados destes, são os procedimentos metodológicos a serem utilizados e explicados detalhadamente na seção a que se referem. Estes procedimentos permitiram a definição da matriz de decisão e o esboço do mecanismo matriz de mensuração dos critérios para a definição dos cenários possíveis para os novos empreendimentos.

A finalidade desse trabalho inclui o entendimento dos fundamentos matemáticos que envolvem o método AHP. Não é escopo desse trabalho, no entanto, fazer um levantamento minucioso dos métodos de aplicabilidade aos processos decisórios. Isso condiz com a escolha explícita do autor para o emprego desse método específico (AHP), mas não infere no desconhecimento da existência de outros métodos que possuam a mesma finalidade e são temas de outros tantos trabalhos relacionados à tomada de decisões.

1.3 Justificativa

A escolha do tema para essa pesquisa visa atender a demanda inerente ao setor energético de aplicabilidade de parte de sua receita (ROL) a projetos de pesquisas e de desenvolvimento. Apesar de não se caracterizar como um estudo de caso, inicialmente era previsto que o Projeto de Planejamento e Desenvolvimento GT 553 com apoio da Fundação de Apoio à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG) e a Concessionária Energética de Minas Gerais (CEMIG) estivesse em desenvolvimento com a Escola de Ciência da Informação. Apesar de não ter sido efetivado o início dos trabalhos para tal projeto, por motivo de adiamentos de liberação de recursos, não impossibilitou a definição de atividades necessárias e características ao setor em relação a projetos de geração de energia elétrica provenientes de fontes renováveis alternativas.

Na apresentação do Manual do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico do setor de Energia Elétrica, publicado em Agosto de 2012 pela ANEEL, é possível corroborar a elegibilidade do tema proposto nesta pesquisa:

“Em conformidade com a Lei² no 9.991, de 24 de julho de 2000, alterada pelas Leis no 10.438, de 26 de abril de 2002, no 10.848, de 15 de março de 2004, no 11.465, de 28 de março de 2007, no 12.111, de 09 de dezembro de 2009, e no 12.212, de 20 de janeiro de 2010, as concessionárias de serviços públicos de distribuição, transmissão ou geração de energia elétrica, as permissionárias de serviços públicos de distribuição de energia elétrica e as autorizadas à produção independente de energia elétrica, excluindo-se aquelas que geram energia exclusivamente a partir de instalações eólica, solar, biomassa, cogeração qualificada e pequenas centrais hidrelétricas, devem aplicar, anualmente, um percentual mínimo de sua receita operacional líquida – ROL em projetos de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico do Setor de Energia Elétrica – P&D, segundo regulamentos estabelecidos pela ANEEL” (ANEEL, 2012).

A discussão do tema de escolha dentre as alternativas de fontes para a geração de energia elétrica, no entanto, vai além da necessidade regulamentada às concessionárias e têm sido discussão de diversos trabalhos (QUEIROZ, 2001; GARTNER *et al.*, 1998; FERNANDINO & OLIVEIRA, 2010; CASTRO *et al.*, 2010) que procuram demonstrar a evolução da aplicabilidade destas diferentes fontes no âmbito nacional e internacional. O estudo de métodos para a definição de diferentes cenários para os gestores das concessionárias energéticas e trabalhos relacionados à tomada de decisão de diferentes áreas de conhecimento que utilizam o AHP serviram de motivação para a escolha deste método a se aplicar no esboço do modelo de decisão proposto.

Os diferentes documentos governamentais apresentados apontam para o crescimento do uso das fontes renováveis alternativas no cenário de geração de energia elétrica no Brasil. Em relação à sua classificação, a saber, as fontes energéticas se dividem em: não renováveis e renováveis. As fontes renováveis, por sua vez, podem ser tradicionais ou alternativas. A fonte hidrelétrica, por exemplo, é um recurso renovável e uma fonte tradicional, já a fonte eólica é uma fonte renovável alternativa. O Brasil está inserido em um cenário promissor que dispõe de alternativas para a produção energética e de recursos em abundância nas mais variadas fontes. (TOLMASQUIM, 2012).

Após a concepção de um modelo informacional de referência para empreendimentos do setor energético, a definição do mecanismo de mensuração das alternativas de fontes energéticas em relação aos critérios (indicadores e parâmetros) levantados é relevante para o processo decisório das concessionárias sobre empreendimentos que envolvam a possibilidade de escolha entre as diferentes fontes energéticas aqui citadas.

² Todas as leis citadas ou referenciadas no presente trabalho estão nas referências bibliográficas. Dentre aquelas que apresentam conteúdo mais expressivo, seja explicativo ou justificativo têm o texto nos anexos.

A escolha do método AHP foi resultante da busca do autor por métodos de apoio à decisão. Pelos trabalhos e aplicações mencionados nessa pesquisa foi possível perceber a aplicabilidade do método à tomada de decisões. Pela definição do autor, este método possui a finalidade de se fazer uma abordagem ao processo decisório que envolva um número identificável de alternativas e que seja necessária a consideração de aspectos racionais e intuitivos inerentes às decisões estratégicas (SAATY, 2001). Além disso, com a revisão de conceitos matemáticos (álgebra linear, especificamente) é possível perceber a simplicidade da aplicação destes nos elementos identificados nas questões relacionadas a esta pesquisa.

Sendo assim, é esperado demonstrar a aplicabilidade deste método ao problema de pesquisa fazendo uso dos critérios e das alternativas identificados pelo modelo de referencia informacional.

1.4 Estrutura da dissertação

Essa pesquisa é composta por cinco capítulos, suas respectivas subseções e por anexos de relevância considerável para o conteúdo abordado.

Neste primeiro capítulo é feita a introdução e a apreciação dos objetivos a serem alcançados e a proposta do trabalho como um todo.

O segundo capítulo trata do referencial teórico onde são abordados os grandes temas de conhecimento e áreas do saber sendo a Gestão da Informação e do Conhecimento, o Planejamento Estratégico, o Setor Energético e a apresentação da metodologia proposta por Saaty (1990, 2001) de tomada de decisão a partir de análise de multicritérios.

No terceiro capítulo são apresentados os passos metodológicos utilizados, desde a aplicação de questionários como a concepção do modelo informacional que foi elaborado para embasamento do ambiente de decisão que envolve o setor foco do estudo.

O quarto capítulo traz a apresentação e a análise dos resultados que engloba, inclusive, a apresentação do experimento realizado com a metodologia AHP e a análise que se seguiu dos resultados obtidos.

Por fim, o quinto e último capítulo é a conclusão dessa pesquisa e a visão de continuidade que concerne ao estudo aqui empreendido e de trabalhos correlatos que corroboram com tais expectativas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO E METODOLÓGICO

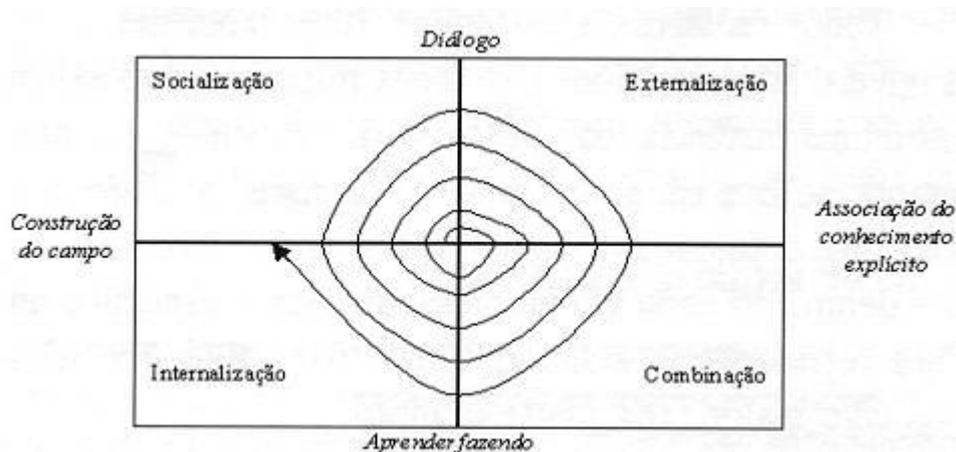
Esse capítulo traz conteúdo das principais áreas do conhecimento abordadas por esse trabalho. Em cada um dos itens são apresentados autores e trabalhos correlatos com o tema central dessa pesquisa.

2.1 Gestão do Conhecimento

Ao se abordar a gestão do conhecimento se faz necessária alusão aos termos comumente relacionados: dado, informação e conhecimento.

Nonaka e Takeuchi (1997) tratam da criação do conhecimento organizacional definida como um processo que acontece dentro de uma comunidade que interage entre si e que expande seus limites para além da organização. Para eles, a GC é como um processo capaz de ampliar o conhecimento criado pelos indivíduos, solidificando-o como parte da rede de conhecimentos da organização. Os autores caracterizam o conhecimento tácito e o conhecimento explícito. O conhecimento tácito é o conhecimento pessoal, constituído do *know-how* subjetivo, dos *insights* e intuições que uma pessoa tem depois de estar imersa numa atividade por um longo período de tempo. Este é difícil de verbalizar porque é expresso por habilidades baseadas na ação e não pode se reduzir a regras e/ou receitas. Já o conhecimento explícito é o conhecimento formal, frequentemente codificado em fórmulas matemáticas, regras e especificações, e que pode ser expresso formalmente com a utilização de um sistema de símbolos. Os conceitos relacionados ao conhecimento tácito têm para a gestão do conhecimento o objetivo de formalizar este conhecimento dos indivíduos. A avaliação destes conceitos, a elaboração de protótipos e a adequação aos propósitos organizacionais são transferidas para outros níveis da empresa e desencadeiam novos ciclos de criação de conhecimento.

Figura 1: Espiral do Conhecimento



Fonte: NONAKA; TAKEUCHI, 1997, p.80.

O conhecimento organizacional parte do pressuposto que a organização preocupe-se com os processos de conversão do conhecimento tácito em conhecimento explícito e propicie o inverso aos indivíduos.

A obra de Nonaka e Takeuchi (1997), na qual é definida a espiral do conhecimento, representada na Figura 1 acima, sugere que o conhecimento tácito deva ser articulado e internalizado para se tornar base de conhecimento individual e incorporar-se ao conhecimento organizacional.

A conceituação sobre dado, informação e conhecimento trazida pelos autores Davenport e Prusak (1998) descreve de forma clara e sucinta tal classificação.

Para estes autores, dados são observações sobre o estado do mundo e são identificáveis por serem:

- Facilmente estruturados;
- Facilmente obtido por recursos tecnológicos (fácil recuperação);
- São quantificáveis;
- Podem ser facilmente transferidos entre diferentes meios.

A informação, por sua vez, sob o ponto de vista da obra destes autores, são os dados que possuem relevância e que são dotados de propósito específicos, sendo:

- Necessárias unidades para a realização de análise;
- É imprescindível a mediação de indivíduos;
- Requer consenso para a definição de significado.

Por fim, o conhecimento para estes autores está presente no âmbito subjetivo e requer, necessariamente, reflexão, alguma síntese e definição de um contexto específico. Assim, para os autores, o conhecimento se caracteriza por:

- Ser de difícil estruturação ou não estruturado;
- Não ser trivial sua disposição em recursos tecnológicos;
- Normalmente ser inerente aos indivíduos (tácito);
- Apresentar empecilhos para sua transferência³.

Os autores ainda citam que os fatores capazes de permitir às organizações o sucesso em projetos relacionados ao conhecimento são: a cultura de orientação para o conhecimento, a estruturação técnica e organizacional, o apoio da alta gerência, a vinculação ao valor econômico ou setorial, a orientação para processos, a clareza de visão e comunicação, e o uso de múltiplos canais para a transferência do conhecimento.

³ Adaptação das definições encontradas em: DAVENPORT, T. H.; PRUSAK, L. Conhecimento Empresarial. Rio de Janeiro: Elsevier, 1998.

A utilização intensiva e consciente do conhecimento inerente aos indivíduos de uma organização é denominada, por alguns autores como capital intelectual. É possível perceber a associação do denominado capital intelectual com conhecimento, criatividade, inovação, relacionamento com clientes, uso de tecnologia, definido como:

“a soma do conhecimento de todos em uma empresa, o que lhe proporciona vantagem competitiva. Ao contrário dos ativos, com os quais os empresários e contabilistas estão familiarizados – propriedade, fábricas, equipamentos, dinheiro –, o capital intelectual é intangível.” (STEWART, 1998, pg.13).

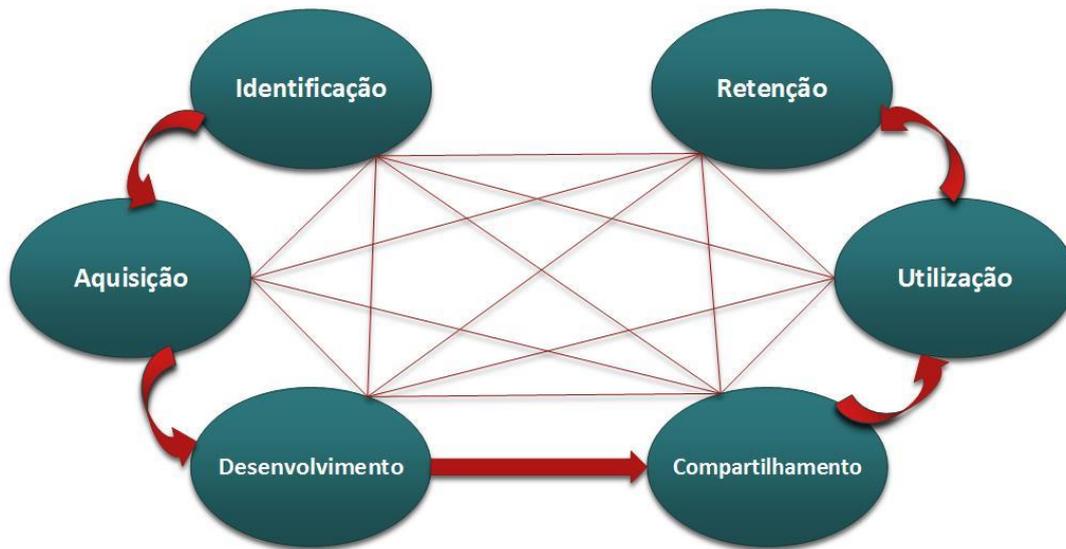
Para outros autores a Gestão do Conhecimento (GC) “é um campo em rápida evolução, que foi criado pela coligação de diversos outros [...] todos os dias são geradas novas compreensões, conforme as organizações têm experiências, aprendem, descartam, retêm, adaptam-se e avançam” (BUKOWITZ; WILLIAMS, 2002, p.16). Os autores também afirmam que as organizações tratam a GC como fonte de vantagem competitiva e que o processo para se obter algum resultado requer o processamento adequado das informações. Ainda de acordo com os autores, a organização pode fornecer muitos instrumentos para fortalecer o pensamento livre e é importante estabelecer um ambiente no qual são encorajadas a criatividade, a experimentação e a receptividade.

A gestão do conhecimento pode ser considerada assim como uma forma de administração que visa o aproveitamento do conhecimento tácito e dissemina práticas para o crescimento das organizações. Essa administração e aproveitamento precisam necessariamente do processo de identificação e mapeamento do conhecimento que por sua vez possam oferecer insumo para a determinação de novas práticas organizacionais.

Outros autores corroboram para essa afirmação, sendo consenso que uma das aplicações rotineiras de utilização do conhecimento é o processo decisório, o qual depende de habilidades individuais. Para Probst *et al.* (2002) essas habilidades individuais são recursos importantes dentro da organização, mas são voláteis. Isso significa que se os indivíduos não se detiverem em manter suas habilidades dentro de um cenário com mudanças constantes, suas competências se tornarão obsoletas. Para o autor, a GC envolve avaliações constantes das competências individuais e da própria organização. Muitas vezes, estas avaliações serão seguidas de mudanças de paradigmas e objetivam, primeiramente, trazer transparência à organização e maior confiabilidade ao processo decisório como um todo.

Ainda segundo Probst *et al.* (2002) a avaliação do conhecimento dentro de uma organização pode ser descrito e separado em fases. A adaptação do modelo mostrado pela Figura 2 define as ligações entre as etapas que envolvem o conhecimento dentro de um ambiente empresarial.

Figura 2: Processos da Gestão do Conhecimento



Fonte: Adaptação do modelo de processos essenciais da gestão do conhecimento e elementos construtivos da gestão do conhecimento (PROBST *et al.*, 2002, p.33 e 36).

O modelo pressupõe a identificação dos processos da gestão do conhecimento como instrumento para a visualização de novas competências e oportunidades. Sobre cada um dos processos identificados há um detalhamento e a determinação do momento, no meio organizacional, ao qual diz respeito.

No que se refere à aquisição, o autor dispõe sobre o fato de como as organizações trabalham com fontes de informação externas. Em relação à fase de desenvolvimento, discorre como as habilidades da organização devem ser observadas e corroboradas pelas aquisições e identificação de oportunidades.

A aceitação de uma nova tecnologia, uma mudança empresarial e, especificamente, uma adequação das concessionárias junto às regulamentações governamentais do setor energético no país demonstra aos envolvidos as vantagens e necessidades para se adequar ao comportamento de compartilhamento. No que diz respeito à etapa de utilização, o autor define os modos de se aplicar os conhecimentos armazenados e adquiridos no âmbito organizacional (PROBST *et al.*, 2002).

A visão do papel do conhecimento no processo gerencial na tomada de decisões é evidenciada por Choo (2003), quando o autor parte da premissa de que os processos organizacionais associados à busca pela informação irão, de fato, construir o conhecimento organizacional e possibilitar a ação. Nos processos decisórios, os gestores interpretam as informações recebidas e internalizam este conhecimento e cabe a eles envolver os segmentos necessários da organização. Todos esses procedimentos têm o intuito de reduzir a incerteza para a tomada de decisão sobre a melhor alternativa entre as apresentadas.

Sobre o processo de gestão do conhecimento Tarapanoff (2006) afirma:

“[...] é uma atividade independente, mas, quando ligada ao processo decisório, está fortemente ligado ao processo de gestão da informação e ao trabalho e análise da informação. A inteligência [estratégia] pode ser considerada síntese do processo de trabalho da informação e do conhecimento, gerando conhecimento novo capaz de indicar novos caminhos para a empresa” (TARAPANOFF, 2006, p.30).

Dessa forma, a GC deve prover os meios para que as habilidades e ativos estejam sendo utilizados de maneira adequada quando se pensa em Planejamento Estratégico, tema da próxima subseção.

2.2 Planejamento Estratégico

No campo da Administração encontram-se os conceitos de Estratégia e Planejamento Estratégico sob a perspectiva organizacional. A definição de estratégia pode ser definida por padrões e planos que se integram às políticas e aos objetivos das organizações através do estabelecimento das metas e ações para todos os envolvidos: “uma boa estratégia pode assegurar a melhor alocação dos recursos em antecipação aos movimentos, planejados ou não, dos oponentes ou às circunstâncias do ambiente” (CHIAVENATO; SAPIRO, 2003, p.40-42).

Para o estabelecimento de uma vantagem competitiva sustentável, um dos objetivos primários das organizações, a estruturação estratégia possibilita que as organizações possam alcançá-lo. As empresas se esforçam para se consolidarem em uma posição privilegiada e valiosa no mercado e buscam fazê-lo ao criar um diferencial de seus competidores (PORTER, 1996).

Quando se define o planejamento estratégico, a organização realiza progressos e atinge suas metas de modo satisfatório sem dispende tempo e recursos em demasia (KWASNICKA, 2007).

O planejamento estratégico deve direcionar os esforços dos indivíduos para um resultado comum e que atenda aos objetivos da organização. Deve também prover o entendimento correto por todos os envolvidos dos propósitos e políticas da organização o que permite a compreensão e aplicação da estrutura estratégica para o desenvolvimento das atividades levando-se em consideração as prioridades estabelecidas e as exceções justificadas (OLIVEIRA, 2006).

Em relação à conceituação de política e diretriz de uma determinada organização, é importante ressaltar sua diferenciação. Política é definida como os parâmetros ou as orientações que facilitam os processos decisórios, voltada para os gestores em quaisquer níveis organizacionais. Diretrizes, por sua vez, é mais abrangente e concerne ao conjunto de

grandes orientações organizacionais, sendo os objetivos, as estratégias e as políticas, inclusive (OLIVEIRA, 2006).

Desde a década de 1980, com a abordagem das cinco forças proposta por Porter (1980) foi de notável importância no direcionamento organizacional. Sob o ponto de vista deste autor, a compreensão da estruturação do mercado de concorrência não é suficiente para analisar apenas as ações dos concorrentes diretos. Além destes, deve se incluir outras quatro forças competitivas identificadas: clientes, fornecedores, possíveis substitutos e entradas de potenciais. Dessa forma, os gestores podem obter um panorama mais completo das receitas e retornos da organização (PORTER, 2008).

A identificação dos indicadores de tendências, a avaliação do ambiente de negócios e a evolução setorial além de se analisar a concorrência e entender os grupos estratégicos do setor são parte do entendimento crítico sobre as oportunidades e sobre as ameaças em relação aos concorrentes e ao mercado (CHIAVENATO; SAPIRO, 2003).

Para Saaty (1990) os direcionamentos estratégicos tratam de elementos que possuem dimensões distintas envolvidos nos processos decisórios das organizações. Este autor definiu o AHP e descreve os principais propósitos de se criar uma classificação hierárquica destes elementos.

“organizar os objetivos, os atributos, as questões e os interessados em uma hierarquia serve a dois propósitos. Fornecer uma visão geral das relações complexas inerentes à situação e auxilia o tomador de decisão avaliar se as questões em cada nível são da mesma ordem de grandeza, para que ele possa comparar esses elementos homogêneos com precisão” (SAATY, 1990, p.9).

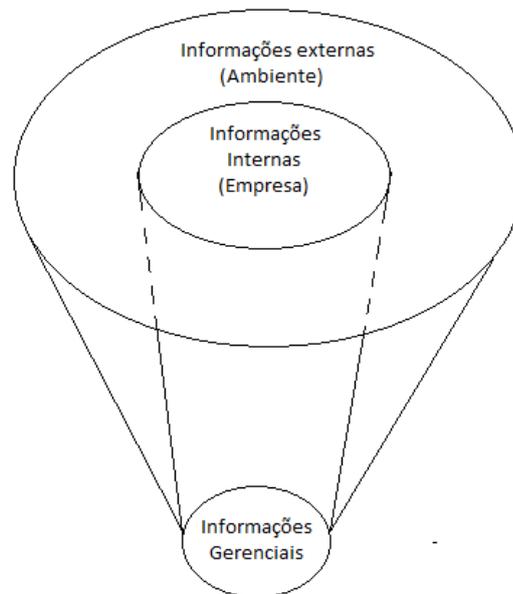
A estrutura do modelo informacional de decisão utilizado nesta pesquisa é composta por uma hierarquia de indicadores e parâmetros (critérios) que são insumo para as decisões sobre cada uma das alternativas. Esse processo tem base nas aplicações do AHP de Saaty (1990) para tomada de decisões. Nos trabalhos de Francischini e Barbarán (2003) e Rafaeli e Müller (2007) é possível identificar a priorização “relativa de n elementos de tomada de decisão em relação a um objetivo” (FRANCISCHINI; BARBARÁN, 2003, p.3). A análise dos gestores por meio de associações parciais destes elementos em pares faz parte dos procedimentos metodológicos de hierarquização a serem descritos em um capítulo específico nesse trabalho.

As políticas que definem os processos decisórios de uma organização visam obter melhores resultados de investimentos e mitigar os efeitos negativos que as incertezas existentes no mercado possam acarretar. Um conjunto de fontes internas e externas é utilizado pelos executivos no momento de se estabelecer as condições favoráveis de uma

decisão em detrimento a outra (OLIVEIRA, 2006). Desse ponto advém a corroboração do uso de um modelo de gestão das concessionárias energéticas.

A Figura 3 apresenta assim os componentes trazidos por Oliveira (2006) para a especificação do ambiente gerencial das organizações:

Figura 3: Fontes de Informações Gerenciais



Fonte: OLIVEIRA, 2006, p.91.

No Brasil, o desafio de viabilizar a expansão energética necessária adequada à demanda tem como sustentação as novas diretrizes de conservação e de eficiência energética que são determinadas, principalmente, pelos órgãos governamentais entre eles o Ministério de Minas e Energia (MME), a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) e os trabalhos da Empresa de Pesquisa Energética (EPE).

Os investimentos das empresas que trabalham com energia (geração, transmissão, distribuição e comercialização) têm sido objeto de regulamentação no Brasil, com marco importante a partir da Lei 9.991 /2000 e com alteração significativa pela Lei 12.783/2013. Além disso, diversas são as resoluções ANEEL disponíveis (www.aneel.gov.br) que são complementares a estas leis. Dessa forma, o processo regulatório que se identifica hoje no país, condizente ao setor energético, fornece indicadores importantes e são utilizados no modelo informacional de referência ao processo decisório das concessionárias energéticas.

Na próxima subseção serão descritas algumas das regulamentações vigentes do Setor Elétrico. Serão abordados também índices (socioeconômico / financeiro, principalmente) dispostos nos documentos governamentais que compõem as projeções do mercado, que são analisados no capítulo de Metodologia.

2.3 Setor Energético

A viabilização da expansão necessária ao adequado atendimento da demanda é o maior desafio a ser enfrentado pelo setor energético nacional nos próximos anos. Estudos desenvolvidos pelo MME em parceria com a EPE e ANEEL demonstram que o Brasil tem sido capaz de atender a demanda crescente no setor de energia através de forte participação das fontes renováveis de energia (hidroelétrica, eólica, etanol, biomassa, principalmente). Pode se considerar assim que o Brasil está inserido em um cenário promissor pela oferta de alternativas de produção energética e dos recursos em abundância nas mais variadas fontes (Tolmasquim, 2012).

A seguir, se tem um levantamento realizado sobre os órgãos responsáveis pela regulamentação, orientação, fiscalização e que definem as diretrizes do setor energético brasileiro.

2.3.1 Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL)

A Agência Nacional de Energia Elétrica é uma autarquia em regime especial, vinculada ao Ministério de Minas e Energia e teve sua criação estipulada pela Lei nº 9.427 de 1996. Esta Lei instituiu a agência além de dispor sobre o regime das concessões de serviços públicos de energia elétrica. O Decreto nº 2.335/1997 que define a ANEEL como autarquia sob regime especial e a Portaria MME Nº 349/1997 que aprova o Regimento Interno fazem desta agência reguladora importante órgão que tem por missão “proporcionar condições favoráveis para que o mercado de energia elétrica se desenvolva com equilíbrio entre os agentes e em benefício da sociedade” (ANEEL, missão). Dentre suas publicações está a Revista de Pesquisa e Desenvolvimento da ANEEL que apresenta os trabalhos e resultados de projetos de diversas empresas do setor elétrico.

Dentre suas atribuições estão: a regulamentação e fiscalização da geração, da transmissão, da distribuição e da comercialização da energia elétrica, estando obrigada, também, a conceder, permitir e autorizar instalações e serviços de energia. Também é atribuição da agência: mediar conflitos de interesse entre agentes do setor elétrico e entre estes e os consumidores. E outro ponto que se destaca ainda sobre suas atribuições é: exigir investimentos sob a forma de competição entre os operadores. (BRASIL, 1996).

A especificação das competências de gestão da ANEEL sobre a geração de energia elétrica está determinada pelos itens VIII, IX, X, XI e XII mencionados de maneira esclarecedora no Relatório ANEEL 2004 (2005):

“A gestão segue a Lei nº 8.987, de 13 de Fevereiro de 1995, que dispõe sobre o Regime de Concessão e Permissão da Prestação de Serviços Públicos, a Lei nº 9074/ 1995, sobre a concessão de serviços públicos de energia

elétrica, a nº 9.427, de 26 de dezembro de 1996, que dispõe sobre a instituição da ANEEL, o Decreto nº 2.335, de 6 de outubro de 1997, que regulamenta a última lei, e a portaria MME nº 349, de 28 de novembro de 1997, que aprova o regimento interno da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). São também importantes: Lei nº 9.648, de 27 de maio de 1998, Lei nº 9.986, de 18 de julho de 2000, Lei nº 10.871, de 20 de maio de 2004 a Lei nº 10.848, de 15 de março de 2004, que alteram as leis anteriormente mencionadas. Os processos básicos definidos na concepção da ANEEL, conforme Decreto nº 2.335/1997, são os seguintes: [...] (VIII) Aprovação de estudos e determinação do aproveitamento ótimo dos potenciais de energia hidráulica; (IX) Licitação para contratação de concessões e outorga de autorizações de geração; (X) Controle e fiscalização das concessões e autorizações de geração; (XI) Regulamentação, normatização e padronização referentes à geração de energia elétrica; (XII) Gestão dos potenciais de energia hidráulica”. (BRASIL, 2005, p.74)

Um estudo abrangente realizado pela agência é o Relatório Anual ANEEL. Em 2005 passou a se chamar Relatório ANEEL e na publicação deste ano, a primeira disponível para download, (www.aneel.gov.br/biblioteca/EdicaoRelatorioanos.cfm) apresenta as fontes responsáveis pelo parque de geração de energia elétrica e é possível identificar quantidade significativa de geração de energia por meio de fonte eólica.

Na Tabela 1 é possível a identificação da geração de energia elétrica pelos diferentes tipos de fontes que são abordados nos estudos publicados pela ANEEL, esta especificamente do ano de 2005. Atualmente outras fontes de geração de energia elétrica são citadas em diversos trabalhos e documentos governamentais, inclusive o Balanço Energético Nacional (BEN), publicado anualmente e que serve de referência para as concessionárias energéticas e demonstra também papel significativo nas publicações do MME e da EPE.

Tabela 1: Fontes de Geração de Energia

TIPO	USINAS COM UNIDADES MOTORIZADAS		REGULARIZAÇÃO, REPOTENCIAÇÃO, REATIVAÇÃO E AMPLIAÇÃO		ACRÉSCIMO DA CAPACIDADE INSTALADA		%
	Quant.	(A) Pot. (MW)	(B) Pot. (MW)	Quant.	(A + B) Pot. (MW)		
UHE	5	1.140,10	177,33	4(*)	1.317,43	27,32%	
UTE	19	3.020,07	405,55	54	3.425,62	71,05%	
PCH	7	67,80	0,77	9	68,57	1,42%	
CGH	0	0,00	3,54	12	3,54	0,07%	
EOL	0	0,00	6,60	2	6,6	0,14%	
Total	31	4.227,97	593,79	81	4.821,76	100,00%	

(*) A UHE Tucuruí, apesar de ter tido novas unidades geradoras motorizadas em 2004, não foi considerada nova usina porque sua primeira unidade geradora iniciou a operação comercial em 1984.

Fonte: BRASIL, Relatório ANEEL 2004, 2005, p.41.

Para as siglas utilizadas nas tabelas que possam ser encontradas no desenvolvimento da pesquisa se destacam:

UHE – Usina Hidrelétrica;

UTE – Usina Termelétrica;

PCH – Pequenas Centrais Hidrelétricas;

CGH – Centrais de Geração de Energia Hidrelétrica;

EOL – Usina Eólica.

Por ser uma fonte renovável e alternativa, considerada recente no cenário de geração no Brasil, ressalta-se o tratamento dado nesse relatório de maneira mais detalhada, como mostra a Tabela 2 a seguir:

Tabela 2: Histórico do Uso da Fonte Eólica para Geração de Energia Elétrica

USINAS EÓLICAS – REGISTROS / AUTORIZAÇÕES / AMPLIAÇÕES								
ANO	Registros		Autorizações		Ampliações		Total	
	Nº	Potência MW	Nº	Potência MW	Nº	Potência MW	Nº	Potência MW
1998	1	5,00	1	10,00	0	0	2	15,00
1999	2	2,57	0	0	0	0	2	2,58
2000	2	1,28	0	0	0	0	2	1,28
2001	1	2,40	38	3.337,65	0	0	39	3.340,04
2002	6	9,83	46	2.784,40	0	0	52	2.794,23
2003	1	3,00	41	1.491,85	3	136,35	45	1.631,20
2004	0	0	39	1.000,55	3	112,83	42	1.113,38
Total	13	24,08	165	8.624,45	6	249,18	184	8.897,71

Fonte: BRASIL, Relatório ANEEL 2004, 2005, p.45.

O aumento que se percebe sobre a geração de energia elétrica por usinas eólicas é representativo no processo decisório das concessionárias e que se tem discutido nesse trabalho. Assim, neste e em outros documentos a busca se fez pelos índices que possam interferir nos critérios a serem considerados pelos gestores, para a escolha adequada da fonte a ser utilizada para um novo empreendimento.

As organizações que participam desse mercado, conhecidas como concessionárias energéticas, têm a necessidade de acompanhar e gerir as inúmeras novas publicações e as alterações que competem ao setor energético.

2.3.2 Empresa de Pesquisa Energética (EPE)

A Empresa de Pesquisa Energética teve sua criação estipulada pela Lei 10.847/2004 que determina sua finalidade na prestação de serviços na área de estudos e pesquisas destinadas a subsidiar o planejamento do setor energético, tais como energia elétrica, petróleo

e gás natural e seus derivados, carvão mineral, fontes energéticas renováveis e eficiência energética. (BRASIL, 2004).

Além dessa lei que autoriza a criação da EPE, é relevante para a compreensão do funcionamento e suas competências o Decreto 5.184/2004 que aprova seu Estatuto Social e o Decreto 6.685/ 2008 que dispõe sobre a estrutura e o funcionamento do Conselho Nacional de Política Energética – CNPE.

Inúmeras são as publicações dessa empresa e a informação fornecida abrange todo o setor energético. Em 2011 a EPE estabeleceu a metodologia de cálculo do valor do Custo Marginal de Expansão (CME) a ser empregado nos estudos do Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE), nos cálculos de garantia física de energia de novos empreendimentos entre outros usos. A Tabela 3 mostra o histórico da evolução do CME estipulado pelos PDEs apresentado em Março de 2015.

Tabela 3: Custo Marginal de Expansão

ESTUDO	CME (R\$/MWh)
PDE 2006-2015	118
PDE 2007-2016	138
PDE 2008-2017	146
PDE 2019	113
PDE 2020	113
PDE 2021	102
PDE 2022	108
PDE 2023	112
PDE 2024	139

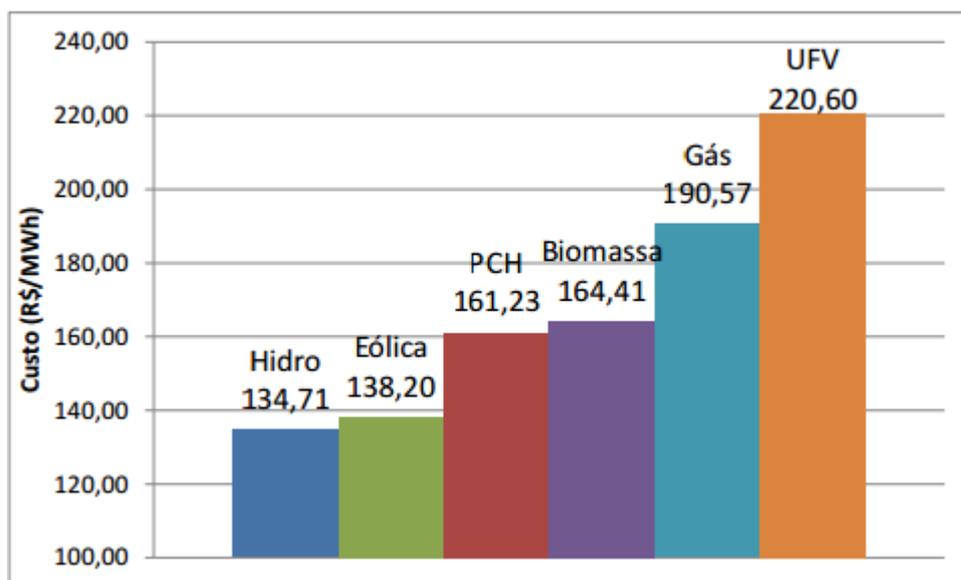
Fonte: BRASIL, 2015, p.2-3.

O CME é um índice expressivo encontrado para o planejamento do setor energético. A comparação entre os tipos de fontes, dentre outros critérios, se utiliza dessa evolução de preços e se torna importante para se definir as alternativas apresentadas aos gestores das concessionárias energéticas. A correspondência deste e de outros elementos identificados nos documentos assinalados têm variação de nomenclatura. O CME especificamente compõe o critério “rentabilidade” a ser utilizado na pesquisa.

Os estudos elaborados pela EPE são determinantes para o entendimento das oportunidades e opções na geração de energia elétrica. Em seu estudo do Custo Marginal de Expansão: metodologia e cálculo 2015 se encontra o custo de energia separado por tipo de fonte e demonstra a competitividade entre os pares Hidrelétrica / Eólica e entre PCH / Biomassa, que são as principais consideradas nesta pesquisa.

No Gráfico 1, que diz respeito ao custo de geração por tipo de fonte, é possível perceber que o maior custo, no presente momento, se refere à UFV, sigla a que se refere às Usinas Fotovoltaicas.

Gráfico 1: Custo de Geração por Fonte



Fonte: BRASIL, 2015, p.7

O preço médio do custo implica na determinação da rentabilidade aferida à determinada fonte. Mas também condiz com perspectiva do domínio da tecnologia e é levado em consideração no momento de aferir a emissão de gases por cada fonte de geração.

Essas e outras publicações da EPE são insumo informacional para os gestores e são consideradas para a elaboração desta pesquisa.

2.3.3 Ministério de Minas e Energia (MME)

O Ministério de Minas e Energia criado em 1960, foi extinto em 1990 e voltou a ser criado em 1992, por meio da Lei nº 8.422. Desde então, o MME em parceria com as autarquias vinculadas e a EPE produziram diversas publicações que são as principais fontes de referência dos indicadores utilizados nesta pesquisa.

Dentre os principais documentos que orientam e direcionam o setor energético no âmbito da geração de energia, apesar de não ser a sua única finalidade, estão o PDE e o Manual do Programa de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico do Setor de Energia Elétrica, os quais são abordados nos subitens que se seguem.

2.3.3.1 Plano Decenal de Expansão (PDE)

O principal documento considerado como valiosa fonte de informação para o setor energético no Brasil é o PDE. Esse plano teve a primeira publicação em 2006 (ano de referência 2005) e possuía projeções até 2015. Nessa publicação, o PDE 2105 (2006) foi assim apresentado:

“O Ministério de Minas e Energia – MME, responsável pela concepção e implementação de políticas para o Setor Energético, em consonância com as diretrizes do Conselho Nacional de Políticas Energéticas – CNPE, retoma, de fato, a prática efetiva do planejamento do setor elétrico, como função de governo, ao tornar público o Plano Decenal de Expansão de Energia – PDEE 2006-2015”. (BRASIL, 2006).

O Governo Federal, por meio do MME, é responsável pela gestão de um sistema energético de dimensão continental. Todas as grandes empresas envolvidas, estatais ou não, devem seguir as diretrizes e regulamentações federais para se adequar ao mercado de livre competição. A fundamentação desse planejamento é dada por trabalhos tais como o PDE que:

“apresenta importantes sinalizações para orientar as ações e decisões, voltadas para o equilíbrio entre as projeções de crescimento econômico do país e a necessária expansão da oferta, de forma a garantir à sociedade o suprimento energético com adequados custos, em bases técnica e ambientalmente sustentável”. (BRASIL, 2014).

Além disso, o PDE desde seu início é responsável pela determinação de diretrizes e de políticas do setor:

“O planejamento decenal irá, portanto, subsidiar: a realização dos futuros leilões de compra de energia de novos empreendimentos de geração e de novas instalações de transmissão; a definição de quais estudos de expansão da transmissão devem ser priorizados; bem como de quais estudos de viabilidade técnica, econômica e socioambiental de novas usinas geradoras realizar e, eventualmente, quais estudos de inventários deverão ser atualizados.” (BRASIL, 2006).

O PDE assim como outros estudos disponibilizados pelo MME e de órgãos e empresas vinculadas a ele, possibilitam identificar a necessidade estimada de entrada de novas fontes de geração ao longo de um determinado período. Esse trabalho, especificamente, buscou aos índices e parâmetros que dizem respeito às fontes de energia renováveis alternativas, aqui consideradas: Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH), Biomassa, Eólica. A fonte Fotovoltaica (UFV) também será considerada, mas a maior representatividade dos valores se refere às três anteriores.

O PDE é orientado por variações e projeções de mercado. Para estes trabalhos são considerados três cenários, denominados Trajetórias que assim são definidos no PDE 2015 (2006):

Trajetória de Referência

A trajetória de referência considera a existência de avanço das mudanças estruturais que leva do quadro atual para um processo de consolidação das regras nos âmbitos macro e microeconômico. Esse panorama se reflete positivamente nos indicadores de risco e no grau de confiança dos investidores.

Trajetória de Crescimento Alto

Na trajetória de crescimento alto além do avanço das mudanças estruturais que indica a alteração do quadro atual para um contexto de consolidação das regras no âmbito macro e microeconômico, há crescimento econômico desigual com um aumento da taxa de investimento como proporção do Produto Interno Bruto. A transição se faz para um ambiente que favorece o crescimento sustentado da economia. Para isso, é necessário aumento expressivo da taxa de poupança doméstica e dos investimentos, propiciando um ciclo virtuoso da economia brasileira, com aumento da capacidade instalada dos diversos setores da economia e com estabilidade inflacionária. Esse panorama se reflete muito positivamente nos indicadores de risco e no grau de confiança dos investidores.

Trajetória de Crescimento Baixo

Na trajetória de baixo crescimento o processo de ajustes estruturais não se concretiza e os esforços para a consolidação macroeconômica ditam as prioridades. Há um redirecionamento dos processos de ajustes estruturais para a promoção do crescimento econômico com menor participação do Estado e acentuada liberalização econômica. (BRASIL, 2006).

Devido aos acontecimentos recentes no cenário econômico do Brasil, relativos ao período do 1º semestre de 2015, principalmente, é perceptível a incongruência de alguns

indicadores fornecidos pelas publicações governamentais. É esperado, no entanto, que nos trabalhos subsequentes os indicadores já estejam atualizados.

Como exemplificação apenas, a projeção trazida para esses distintos cenários em relação ao Produto Interno Bruto (PIB) em 2006 é ilustrada pela Tabela 4 que segue abaixo:

Tabela 4: Projeção PIB (% ao ano)

Trajectoria	2005	2006	2007-2011	2012-2015
Alta	3,0	4,5	4,5	6,0
Referência	3,0	4,0	4,0	4,5
Baixa	3,0	3,0	3,0	3,5

Fonte: BRASIL, 2006, p.31

Já no PDE 2023 (2014) é possível perceber que o cenário de crescimento para o Brasil superou o cenário mundial a partir do ano de 2007, mas ficou aquém da projeção estabelecida em 2006, como mostra a Tabela 5.

Tabela 5: Histórico e Referência do PIB

Indicadores Econômicos	Histórico		Projeção	
	2003-2007	2008-2012	2014-2018	2019-2023
PIB mundial (% a.a.)	4,7	2,9	3,8	3,8
Comércio mundial (% a.a.)	8,2	2,8	5,4	5,3
PIB nacional (% a.a.)	4,0	3,1	4,1	4,5

Fonte: BRASIL, 2014, p.19.

Estes documentos e dados de outras fontes utilizadas dos quais os Balanços Energéticos Nacionais (BEN) dos anos 2012-13 e os balanços de energia útil que fazem uso de dados do BEN, afirmam que o Brasil possui um cenário apto para o crescimento energético previsto. Apesar disso, o Governo já faz um alerta no BEN de ano base 2012 quando afirma, em seu anexo IV – Balanço de Energia Útil que “a Energia Final e a Energia Útil têm aumentado ao longo dessas duas décadas. Por outro lado, o Potencial de Economia de Energia diminui à medida que os rendimentos dos processos se aproximam de seus paradigmas”. (BRASIL, 2013).

Isso denota que no cenário de projeções para as fontes mais adotadas (hidrelétricas e termelétricas) serão necessários investimentos em outras fontes para a geração de energia elétrica e sugere que as concessionárias precisam de direcionamento adequado para estes novos empreendimentos.

O PIB no cenário econômico é um fator determinante para a expectativa de crescimento do sistema energético brasileiro. São considerados também outros indicadores

econômicos e financeiros identificáveis nas publicações dos PDE, BEN e demais publicações aqui citadas.

Outro importante indicador do setor energético que foi identificado no PDE e utilizado para as considerações dessa pesquisa é a capacidade de geração de energia elétrica instalada por fonte.

Tabela 6: Capacidade Instalada Dez/2005

Fonte	Capacidade Instalada (MW)
Hidrelétrica	69.631
Termelétrica	19.770
Nuclear	2.007
PCH	1.330
Subtotal	92.738
Interligação com a Argentina	2.178
Parcela de Itaipu da ANDE	5.600
Total	100.516

Fonte: BRASIL, 2006, p.63.

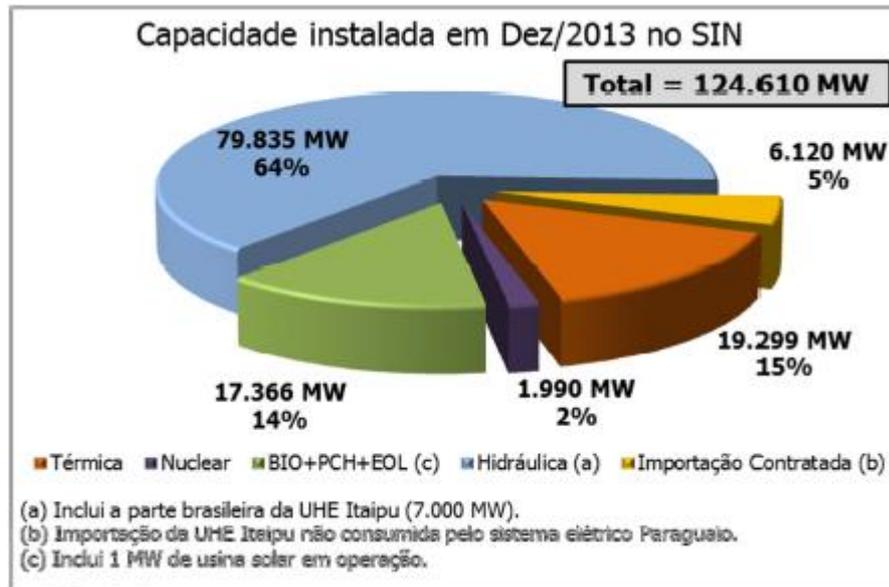
Das fontes representativas para a totalização do sistema não aparecia ainda nessa publicação as Usinas Eólicas, Usinas de Biomassa e as Usinas Fotovoltaicas. Na publicação do PDE 2015 (2006) é possível identificar a representatividade de cada uma das fontes para o sistema gerador de energia elétrica, incluindo dentre as fontes alternativas somente as Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH), demonstrado na Tabela 6 anterior.

No entanto, nos PDE subsequentes foi possível identificar a preocupação com essas fontes ditas alternativas e em vários pontos são trazidos dados relevantes, inclusive que demonstram a aproximação do custo entre a Fonte Eólica, Biomassa e Hidrelétrica, o que é expressivo para a adoção das duas primeiras em detrimento à última. Devido a um período de seca como ocorrido neste ano de 2015 se percebe que o custeio de fontes emergenciais (termelétricas principalmente) sobrecarrega o preço final da geração de energia elétrica e logo para os consumidores.

A perspectiva da energia gerada a partir de fontes nucleares não tem aumento considerado nas projeções dos PDEs, uma vez que o Brasil não considera, neste momento, o acionamento de uma nova usina.

Por conseguinte, em 2014 a representatividade das fontes de geração é expressa no Gráfico 2 a seguir, que faz a junção das fontes Biomassa, Eólica e PCH que representa 14% da capacidade total do sistema instalado, para o final do ano de 2013.

Gráfico 2: Capacidade Instalada por Fonte



Fonte: BRASIL, 2014, p.72.

O aumento da representatividade das fontes alternativas no cenário brasileiro se deve, entre outros fatores, ao Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica, tema do próximo tópico.

2.3.3.2 Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA)

Criado pela Lei nº 10.438/2002, o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (PROINFA) tem o objetivo de aumentar a participação de fontes alternativas renováveis (pequenas centrais hidrelétricas, usinas eólicas e empreendimentos termelétricos a biomassa) na produção de energia elétrica, privilegiando empreendedores que não tenham vínculos societários com concessionárias de geração, transmissão ou distribuição.

O programa demonstra a importância e a relevância dos empreendimentos de geração de energia elétrica por meio de fontes alternativas e a preocupação do Governo Federal em relação à geração de energia elétrica. O PROINFA foi instituído para ser celebrado em duas etapas e sua previsão de conclusão da primeira etapa era estipulada para o final do ano de 2010. A primeira etapa se caracteriza pela implantação de 3.300MW de potência instalada e sua concepção se deu pela necessidade de inserção de quantidade significativa de potência instalada nos sistemas elétricos no país, gerada a partir de tais fontes.

A previsão do fim da primeira etapa do programa é determinada pelo início de operação dos projetos aprovados que atendam a demanda inicial. Com previsão de conclusão para o final de 2006, a instalação e operação dos projetos classificados na primeira fase do PROINFA apresentaram problemas de cronograma, além de inúmeras revisões nas datas

para entrada em operação. Dos projetos eólicos participantes da primeira fase autorizados e fiscalizados pela ANEEL, por exemplo, somente 1 dos 51 projetos previstos para entrada em operação em 2006 não apresentaram nenhum impedimento (ANEEL, 2005).

Em uma apresentação do PROINFA, disponível no site do Ministério⁴ é demonstrado que existiam contratados 144 projetos para essas fontes alternativas e R\$6,21 bilhões estavam destinados à conclusão da demanda originária desse programa. (MME, 2009). De acordo com a Eletrobras⁵, o programa implantou até o final de 2011 um total de 119 empreendimentos, constituídos por: 41 usinas eólicas, 59 pequenas centrais hidrelétricas (PCHs) e 19 usinas térmicas a biomassa. Os 119 empreendimentos até então instalados têm capacidade instalada de 2.649,87 MW, compreendendo 963,99 MW em usinas eólicas, 1.152,54 MW em PCHs e 533,34 MW em plantas de biomassa.

A apresentação desse programa e a apresentação do PDE foram escolhas que ilustram a diversidade legislativa e de publicações correlatas do setor energético e que fazem parte da abordagem dessa pesquisa. A utilização desses e de outros documentos é relacionada à escolha de indicadores e parâmetros (critérios) que incidem sobre as fontes de geração de energia elétrica (alternativas). Essa escolha é parte do procedimento relacionado ao uso do método AHP, tema da próxima seção.

⁴ Apresentação PROINFA, Janeiro de 2009: Se refere a 2ª etapa do programa. Disponível em: (www.mme.gov.br/programas/proinfa/galerias/arquivos/apresentacao/PROINFA-ANEXO1-InstitucionalMME.pdf).

⁵ Eletrobras: empresa de capital aberto, controlada pelo governo brasileiro, que atua nas áreas de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica.

2.4 Métodos Multicritérios de Decisão

A apresentação breve dos métodos multicritérios é embasada no trabalho de Bortoluzzi *et al.* (2011). Neste trabalho os autores realizam um estudo exaustivo sobre as técnicas utilizadas nestes métodos e exemplificam, por meio da Tabela 7 abaixo, os mais reconhecidos assim como suas principais funcionalidades.

Tabela 7: Métodos Multicritérios

Ferramenta	Autor	Identifica	Mensura	Gerencia
<i>3K Scorecard</i> (variante do BSC)	Tuomela (2005), baseado no BSC de Kaplan; Norton (1992, 1996)	- Sim. Entrevista e consulta de documentos internos. No entanto, o processo poderia ser mais completo.	- Sim. No entanto, a mensuração é apenas ordinal.	- Sim. Apresenta os resultados aos gestores. No entanto, não permite identificar o impacto de uma ação no desempenho global.
<i>Balanced Scorecard</i> (BSC)	Kaplan; Norton (1992, 1996)	- Sim. Usa técnica <i>brainstorming</i> . No entanto o processo poderia ser mais completo.	- Sim. Mensura os critérios de forma ordinal.	- Sim. O gerenciamento acontece nos indicadores comprometedores. No entanto, a ferramenta poderia disponibilizar melhores informações.
<i>Score card para o Balanced Scorecard</i> (BSC)	Punniyamoorthy; Murali (2008) baseado no BSC de Kaplan; Norton (1992, 1996)	- Sim. Entrevistas e <i>brainstorming</i> . No entanto, percebe-se que o processo poderia ser mais completo.	- Sim. Ferramenta utiliza escalas ordinais.	- Sim, o gerenciamento acontece nos indicadores comprometedores.
<i>Analytic Hierarchy Process</i> (AHP)	Saaty(1988)	- Não. Parte de uma estrutura prévia do que se pretende avaliar.	- Sim. Faz a mensuração de forma ordinal.	- Não. Apresenta uma relação de alternativas hierarquizadas para que uma ou mais seja escolhida.
<i>IC Rating</i>	Intellectual Capital Sweden	- Não. A ferramenta utiliza critérios padronizados	- Sim. A mensuração por meio de classificação	- Sim. Tem o objetivo de gerenciar os aspectos considerados ineficientes

Fonte: Adaptação de Bortoluzzi *et al.*, (2011).

Dos métodos multicritérios, o método de Análise Hierárquica de Processos (AHP) tem sido aplicado para resolver vários problemas complexos de decisão e demonstra ser capaz de manipular fatores intangíveis, determinantes no processo de tomada de decisões. Os cálculos

matemáticos empregados no AHP são simplificados e pode se levar em conta dados, experiências, percepções e intuições, permitindo que sejam feitas escalas de prioridades ou de pesos.

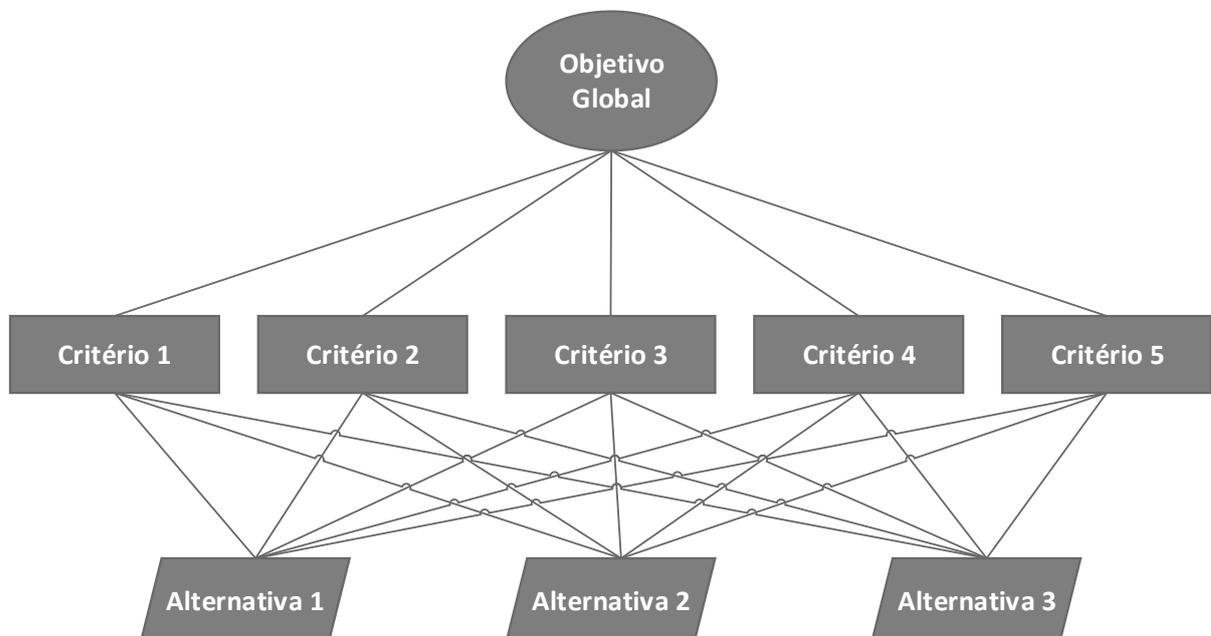
Por estes motivos e pela adequação da proposta do método aos objetivos dessa pesquisa, o método AHP foi o escolhido para a realização da mensuração dos critérios e alternativas empregados nesse trabalho e será descrito com mais detalhes na próxima subseção e em seções posteriores.

2.4.1 O Método Analytic Hierarchy Process (AHP)

O método de apoio à decisão multicritério desenvolvido por Saaty (1990) incorpora suas características direcionadas à superação das limitações cognitivas dos gestores. É caracterizado por sua simplicidade de aplicação e permite que sua aplicação se estenda a diversas áreas, entre as quais: Planejamento Estratégico (EMSHOFFf & SAATY, 1982), Programas de qualidade e produtividade (FIGUEIREDO & GARTNER, 1999) e Análise de projetos (GARTNER *et al.*, 1998).

A representação da hierarquia criada a partir do objetivo incluindo os critérios e as alternativas é um passo determinante para a elaboração das etapas seguintes da aplicação da metodologia e é ilustrado pela Figura 4:

Figura 4: Estrutura Hierárquica para Tomada de Decisão



Fonte: Adaptação de hierarquia de três níveis de Saaty1990.

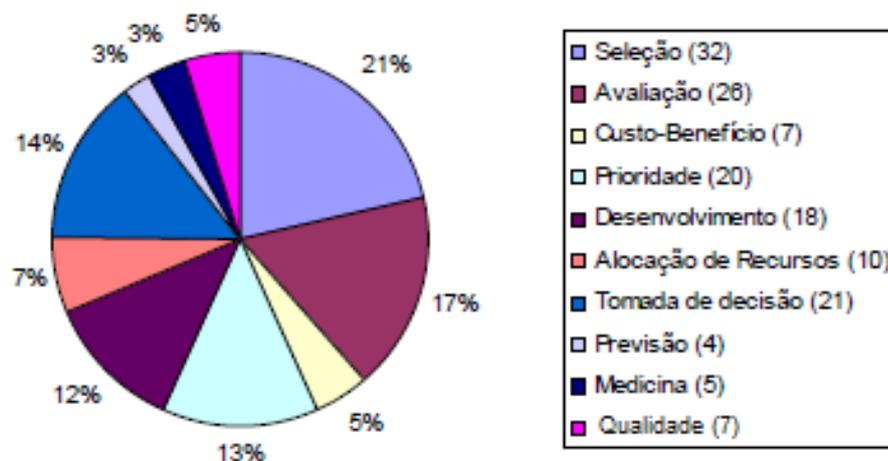
O AHP permite aos gestores a modelagem de problemas complexos em uma estrutura hierárquica que envolve as relações entre as metas, os critérios que exprimem os objetivos e

as alternativas. A estrutura hierárquica forma uma árvore cuja estrutura descendente exprime desde a meta ou objetivo, denominado pelo autor, para os critérios e alternativas em níveis sucessivos (SAATY, 1990).

O método AHP reduz decisões complexas dentro de uma série de comparações simples (*Pairwise Comparisons*) entre elementos da hierarquia de decisão. Pela síntese dos resultados destas comparações, o AHP pode ajudar a chegar à melhor solução e prover uma clara razão para a escolha feita. O AHP é uma ferramenta muito útil por ser uma boa medida da hierarquia dos princípios, critérios, indicadores e verificadores (MENDOZA *et al.*, 1999).

A quantidade de aplicações práticas em diferentes áreas do conhecimento foi um fator determinante para a determinação do emprego do AHP nesta pesquisa. Do artigo *Analytic hierarchy process: An overview of applications* de Vaidya e Kumar (2006), no qual os autores fazem uma revisão de literatura das aplicações da AHP e que referencia 154 artigos publicados em jornais e revistas internacionais, pode se perceber a relevância desse método nas diferentes áreas, ilustrado pelo Gráfico 3:

Gráfico 3: Aplicação AHP por Temas Específicos



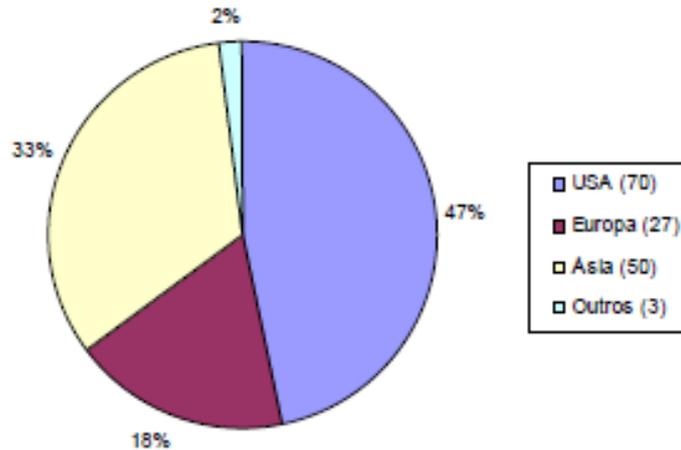
Fonte: VAIDYA, KUMAR, 2006 (adaptação).

Contudo, no Brasil os trabalhos que envolvem o AHP ainda são poucos, e na Escola de Ciência da Informação da Universidade Federal de Minas Gerais não foram encontrados trabalhos que utilizam tal método.

A não utilização é intrigante do ponto de vista de inovação, uma vez que o método é bem aceito e aplicado em outras regiões do mundo. O emprego de algo inovador, no entanto, sempre gera algum desconforto para os usuários e acadêmicos que aplicam outros métodos, mas disso se espera demonstrar a aplicabilidade e a usabilidade desse método.

A baixa utilização do método AHP no Brasil está demonstrada também no artigo de Vaidya e Kumar (2006) e está em conformidade com o apresentado pelos autores no Gráfico 4 abaixo:

Gráfico 4: Região de Aplicação do AHP



Fonte: VAIDYA, KUMAR, 2006 (adaptação).

Segundo Dutra e Fogliatto (2007), o AHP tem sido uma das ferramentas com maior número de aplicações práticas, devido a sua flexibilidade. Os diversos estudos apresentados pelos autores foram a aplicação do AHP em problemas como: alocação de recursos, previsões, avaliação e classificação de fornecedores.

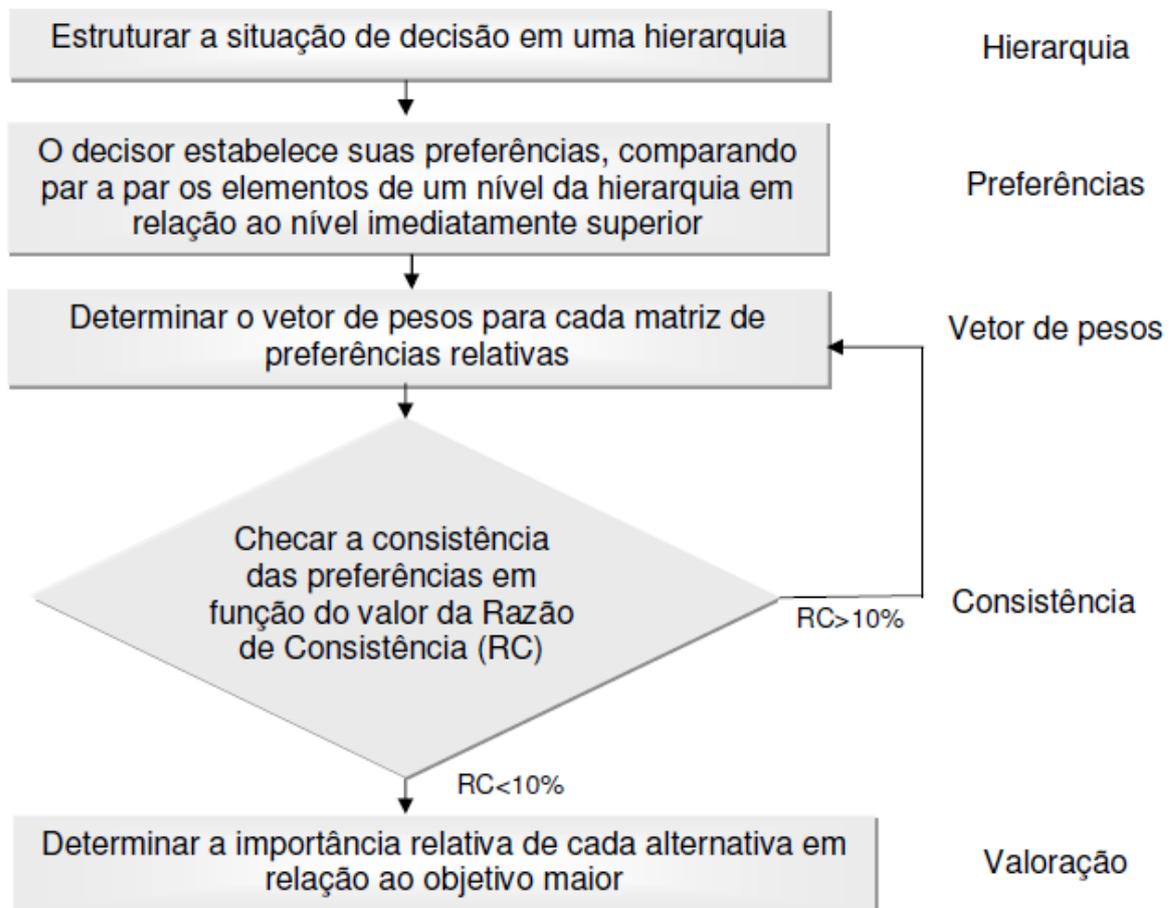
Para Costa (2002), o AHP está baseado em três princípios que sintetizam as etapas para a sua aplicação:

- Construção de hierarquias: o problema é estruturado em níveis hierárquicos e é uma etapa fundamental para a compreensão do mesmo.
- Definição de prioridades: fundamenta-se na capacidade de se perceber as relações entre objetos e situações diversas. Utiliza-se a comparação entre os pares de critérios.
- Consistência lógica: o AHP permite avaliar o modelo de priorização construído quanto a sua consistência por fazer uso de conceitos matemáticos, principalmente princípios e propriedades de matrizes que são detalhadas na próxima subseção.

Para o melhor entendimento destas etapas da aplicação do método opta-se por uma representação gráfica que seja intuitiva e de maior compreensão para um método que ainda precisa ser associado à área do saber da Gestão da Informação e do Conhecimento.

Assim, na próxima página, o Gráfico 5 exemplifica os passos a serem seguidos para o emprego do método AHP.

Gráfico 5: Fluxo básico da aplicação do Método AHP



Fonte: elaborado pelo autor.

Para a maior compreensão dos fundamentos matemáticos que acompanham os processos do método, na próxima seção é explicado e exemplificado a aplicação algébrica e os passos de construção dos vetores de valoração e das matrizes de julgamentos.

2.4.1.1 Conceitos Algébricos

O método AHP tem fundamentos matemáticos associados ao tocante às matrizes. Para a contextualização dos termos utilizados nos processos descritos do método, essa subseção tem o intuito de trazer os conceitos abordados de forma sucinta. Os trabalhos de Steinbruch e Winterle (1987)⁶ e Boldrini (1986)⁷ são utilizados para ilustrar os termos que se encontram no trabalho de Saaty (1990, 2001).

⁶ STEINBRUCH, A., WINTERLE, P.: Álgebra Linear. Makron Books do Brasil Editora Ltda, São Paulo, 1987.

⁷ BOLDRINI, J. L.: Álgebra Linear. 3. ed. - Harbra, São Paulo, 1986.

Uma matriz diz-se quadrada quando o número de linhas é igual ao número de colunas, possuindo a seguinte forma:

$$A = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & \cdots & a_{2n} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & \cdots & a_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & a_{n3} & \cdots & a_{nn} \end{vmatrix}$$

Os elementos $a_{11}, a_{22}, a_{33}, \dots, a_{nn}$ formam assim a diagonal principal.

Uma matriz A é positiva se todos os seus elementos forem reais e positivos.

Um vetor coluna não nulo W de uma matriz quadrada A é um vetor próprio à direita (autovetor à direita) se existir um escalar λ tal que:

$$AW = \lambda W \quad [1]$$

Um vetor linha não nulo X de uma matriz quadrada A é um autovetor à esquerda se existir um escalar λ tal que:

$$XA = \lambda X$$

Portanto, λ é um valor próprio (autovalor) de A . Os autovalores podem ser nulos. Os autovetores não podem ser nulos.

Da expressão [1], pode-se obter a equação característica da matriz:

$$AW = \lambda W \Rightarrow AW - \lambda W = 0 \Rightarrow \text{Det}(A - \lambda I)W = 0.$$

As principais propriedades dos autovalores e autovetores são:

- a soma dos autovalores de uma matriz é igual ao seu traço, que é igual à soma dos elementos da sua diagonal principal;
- o produto dos autovalores de uma matriz, considerando a sua multiplicidade, é igual ao determinante dessa matriz;
- os autovetores correspondentes a diferentes autovalores são linearmente independentes.

Os autovetores e autovalores próprios poderão ser obtidos por cálculos algébricos e por métodos numéricos.

A matriz quadrada é denominada recíproca e positiva quando $a_{ij} = 1/a_{ji}$, para todo $a_{ij} > 0$. Seja uma matriz B recíproca e positiva onde $a_{21} = 1/a_{12}$, $a_{31} = 1/a_{13}$, $a_{32} = 1/a_{23}$ e $a_{ii} = 1$.

$$B = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 1 & a_{12} & a_{13} \\ 1/a_{12} & 1 & a_{23} \\ 1/a_{13} & 1/a_{23} & 1 \end{vmatrix}$$

A matriz B será consistente quando $a_{ij} = a_{ik} * a_{kj}$. Neste caso $a_{23} = a_{21} * a_{13} = a_{13}/a_{12}$.

$$B = \begin{vmatrix} 1 & a_{12} & a_{13} \\ 1/a_{12} & 1 & a_{13}/a_{12} \\ 1/a_{13} & a_{12}/a_{13} & 1 \end{vmatrix}$$

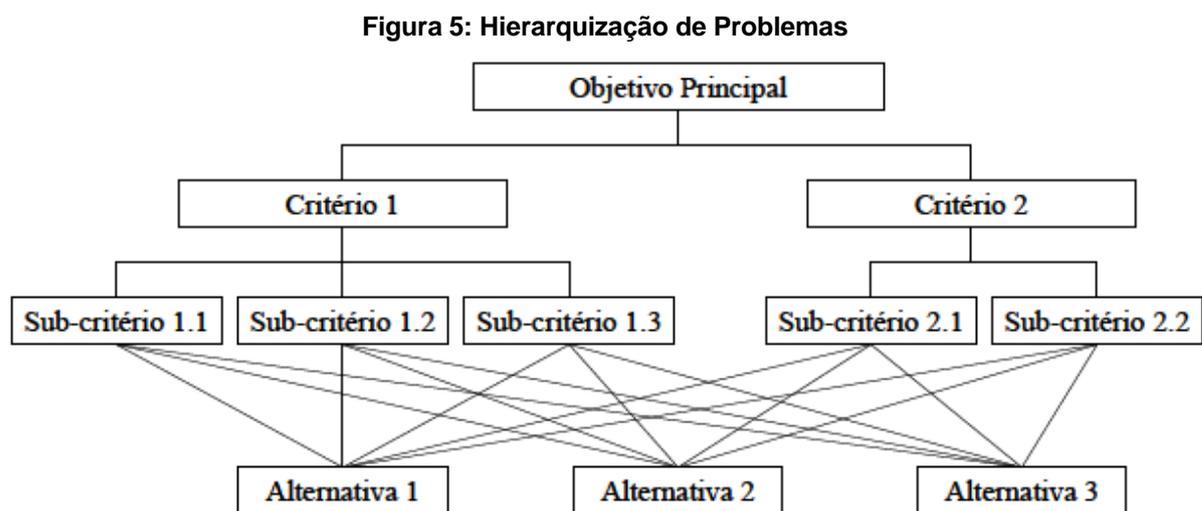
A utilização do método AHP consiste na aplicação de fundamentos matemáticos sobre uma matriz de decisão. Assim, todos os termos trazidos nessa seção são utilizados com frequência na explicação do método, na próxima seção.

2.4.1.2 Fundamentos do AHP

A aplicação do AHP em problemas de decisão é realizada em duas fases: a primeira diz respeito à estruturação do problema em níveis hierárquicos, o que facilita a compreensão e avaliação do mesmo.

Para a aplicação desta metodologia é necessário que tanto os critérios quanto as alternativas possam ser estruturadas de forma hierárquica, sendo que no primeiro nível da hierarquia corresponde ao propósito geral do problema, o segundo aos critérios e o terceiro as alternativas a serem consideradas.

Assim, como já trazido anteriormente, a hierarquia entre objetivo (meta), critérios e alternativas é ilustrado na Figura 5 a seguir, podendo em muitos casos apresentar outros níveis de critérios:



Fonte: Adaptado de Saaty 1990, 2001.

O próximo passo é a fase de avaliação realizada par a par entre os critérios ou a definição de prioridades. A fundamentação dessa etapa consiste na consideração da

percepção do relacionamento entre objetos e situações observadas, comparando pares, à luz de um determinado foco, critério ou julgamentos paritários.

A comparação par a par gera sempre matrizes quadradas, onde o número na linha i e na coluna j dá a importância do critério C_i em relação à C_j , como se observa na forma matricial indicada abaixo:

$$A = \begin{pmatrix} 1 & a_{12} & a_{13} & \dots & a_{1j} \\ 1/a_{12} & 1 & a_{23} & \dots & a_{2j} \\ 1/a_{13} & 1/a_{23} & 1 & \dots & a_{3j} \\ \dots & \dots & \dots & 1 & \dots \\ 1/a_{1j} & 1/a_{2j} & 1/a_{3j} & \dots & 1 \end{pmatrix}$$

Os elementos a_{ij} indicam o julgamento do par de critérios (C_i , C_j) e α o valor da intensidade de importância. Saaty (1990) define as seguintes regras para cada elemento a_{ij} da matriz:

Se $a_{ij} = \alpha$ então $a_{ji} = 1/\alpha$, $\alpha \neq 0$.

Se C_i é definido com a mesma importância relativa de C_j , então $a_{ij} = 1$, $a_{ji} = 1$.

$a_{ii} = 1$ para todo i .

De acordo com Costa (2002), nesse passo se faz necessário cumprir as etapas descritas a seguir:

- Julgamentos paritários: julgamento par a par entre os elementos de um nível da hierarquia com o uso de escala específica. Por meio desta comparação serão determinadas as importâncias relativas (peso) de cada critério.

A Tabela 8 mostra a escala de julgamento proposta por Saaty (1990, 2001).

Tabela 8: Escala de Julgamento de Pesos no AHP

Intensidade de importância	Definição	Explicação
1	Mesma importância	As duas atividades contribuem igualmente para o objetivo
3	Importância pequena de uma sobre a outra	A experiência e o julgamento favorecem levemente uma atividade em relação a outra.
5	Importância grande ou essencial	A experiência e o julgamento favorecem fortemente uma atividade em relação a outra.
7	Importância muito grande ou demonstrada	Uma atividade é muito fortemente favorecida em relação a outra; sua dominação de importância é demonstrada na prática
9	Importância absoluta	Quando se procura uma condição de compromisso entre duas definições.
2,4,6,8	Valores intermediários entre os valores adjacentes	Quando se procura uma condição entre duas definições

Fonte: Adaptado de Saaty, 1990, 2001.

- normalização das matrizes de julgamento: obtenção de quadros normalizados através da soma dos elementos de cada coluna das matrizes de julgamento e posterior divisão de cada elemento destas matrizes pelo somatório dos valores da respectiva coluna. O cálculo compreende o somatório dos elementos de cada coluna e a divisão de cada elemento da coluna pelo respectivo somatório. A matriz que resulta do processo é chamada de matriz normalizada.

A Tabela 9 representa uma matriz de julgamento hipotética para que se possa ilustrar parte do desenvolvimento da metodologia AHP. Os elementos que compõem a coluna são os mesmos que compõem a linha da matriz, resultando assim em uma matriz recíproca. Para o experimento da pesquisa serão descritos os passos mais detalhadamente.

Tabela 9: Matriz de Julgamento

	AA	BA	CA
AA	1	1	2
AB	1	1	1
AC	1/2	1	1

Fonte: elaborado pelo autor.

Realiza-se então a soma de cada coluna e obtém a divisão de cada elemento pela soma encontrada, mostradas na Tabela 10 e Tabela 11 a seguir:

Tabela 10: Normalização da Matriz de Julgamento - passo 1

	AA	BA	CA
AA	1	1	2
AB	1	1	1
AC	1/2	1	1
soma	2 1/2	3	4

Fonte: elaborado pelo autor.

Aplica-se a divisão de cada elemento pela soma de sua respectiva coluna:

Tabela 11: Normalização de Matriz de Julgamento - passo 2

	AA	BA	CA
AA	2/5	1/3	1/2
AB	2/5	1/3	1/4
AC	1/5	1/3	1/4

Fonte: elaborado pelo autor.

- cálculo das prioridades médias locais (PML's): as PML's são as médias das linhas dos quadros normalizados ou vetor de prioridades (autovetor) e é calculado pela soma da

linha dividido pela ordem da matriz. Esse cálculo, assim como a matriz de julgamento, é passível de alteração se considerar o foco de cada critério a ser analisado.

Para o exemplo proposto, após a realização da normalização da matriz de julgamentos, o vetor de prioridade resultante é:

Tabela 12: Vetor Prioridade

Vetor Prioridade
0,41
0,33
0,26

Fonte: elaborado pelo autor.

- cálculo das prioridades globais: nesta etapa deseja-se identificar um vetor de prioridades global que armazene a prioridade associada a cada alternativa em relação ao objetivo principal.

Como a base do método AHP é a realização de um julgamento de valor, podem-se esperar, em algumas situações, avaliações inconsistentes. Prevendo essa eventualidade, Saaty (1990) propõe procedimentos que permitem avaliar a consistência dos julgamentos. Para Trevizano e Freitas (2005) esse é considerado um terceiro passo do processo a ser cumprido. Assim, a consistência lógica consiste na habilidade de estabelecer relações coerentes entre objetos ou ideias e garantir que estas relações apresentem consistência mensurável.

Para isso, o Índice de Consistência (IC) (*Consistency Index -CI*) avalia o grau de inconsistência da matriz de julgamentos paritários, e é obtido pela seguinte equação:

$$IC = \frac{|\lambda_{\max} - N|}{N - 1}$$

Onde, N é a ordem da matriz e λ_{\max} é o maior autovalor da matriz de julgamentos par a par.

Assim o método AHP se propõe a calcular a Razão de Consistência dos julgamentos, denotada por $RC = IC/IR$, onde IR é o Índice de Consistência Randômico obtido para uma matriz recíproca de ordem N , com elementos não-negativos e gerada randomicamente.

Sendo o IR o índice de consistência obtido para uma matriz randômica recíproca, com elementos não negativos, utiliza-se a aproximação por Saaty (1990) que é demonstrada na Tabela 13 na próxima página:

Tabela 13: Índice de Consistência Randômico

Ordem da Matriz (n)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Valores de IR	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51

Fonte: Adaptado de Saaty (1990).

Ainda de acordo com Saaty (1990, 2001), a condição de consistência dos julgamentos é que RC seja $\leq 0,10$. Se RC for $\geq 0,10$ é necessário refazer a matriz de julgamentos.

Essa seção tem o intuito de propiciar uma familiaridade com o método AHP, os conceitos matemáticos envolvidos e a explicação dos procedimentos a serem utilizados para a elaboração da análise multicritério.

No próximo capítulo são demonstrados os passos seguidos nesta pesquisa para a utilização desse método na tomada de decisão que envolve as concessionárias energéticas em relação aos novos empreendimentos que abrangem o emprego das fontes renováveis alternativas para a geração de energia elétrica.

3 METODOLOGIA

A pesquisa científica é composta de procedimentos formais que possuem métodos de pensamento reflexivo e se constitui no caminho para se conhecer a realidade ou verdades parciais (MARCONI; LAKATOS, 2010). Essa pesquisa busca oferecer um conjunto de indicadores e parâmetros que, por meio da proposição do modelo de referência às decisões estratégicas do setor energético, sejam passíveis de mensuração pelo método AHP.

Inicialmente parte-se de um estudo exploratório, o qual segundo Selltiz *et al.* (1974), além de ter “como objetivo a formulação de um problema para investigação mais exata ou para a criação de hipóteses”, também pode vir a oferecer “outras funções como aumentar o conhecimento do pesquisador acerca do fenômeno [...]; o esclarecimento de conceitos; o estabelecimento de prioridades para futuras pesquisas” (SELLTIZ *et al.*, 1974, p.60).

Para a identificação e ordenação dos indicadores e parâmetros mencionados anteriormente as principais fontes utilizadas foram os documentos governamentais citados, entrevistas pessoais com especialistas e consultores do setor e aplicação de duas etapas de questionário para gestores no Setor Elétrico e responsáveis por processos decisórios.

A definição da relação entre variáveis, no caso desta pesquisa os critérios em relação às alternativas, caracteriza a abordagem qualitativa por meio da descrição dos eventos relacionados (GIL, 1994).

A partir da identificação destes critérios e alternativas foi possível chegar aos elementos imprescindíveis para a aplicação do método AHP os quais estão descritos nas próximas subseções.

3.1 Levantamento dos Indicadores e Parâmetros

A primeira etapa da pesquisa envolveu entrevistas não estruturadas preliminares com especialistas e consultores do setor energético com o intuito de se identificar os principais documentos utilizados como fonte de informação para os gestores.

A entrevista semi-estruturada se caracteriza pela utilização de questões básicas que são apoiadas em teorias e hipóteses que se relacionam ao tema da pesquisa. Estes questionamentos permitem novas hipóteses a partir das respostas dos entrevistados (TRIVIÑOS, 1992).

O MME e a EPE por meio das publicações do PDE, o Plano Nacional de Energia (PNE), o BEN e os outros documentos citados anteriormente na subseção de Setor Energético do capítulo 2 forneceram os denominados Indicadores Econômicos e os Indicadores Setoriais iniciais. A identificação destes indicadores foi o tema central das entrevistas realizadas inicialmente e são classificados para a aplicação da metodologia AHP

sendo denominados Critérios. Foi realizado o total de cinco entrevistas com especialista doutor em Engenharia Elétrica, e com gestor e funcionário do setor de Planejamento e Desenvolvimento da Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG) para o levantamento destes elementos.

Após a organização e elaboração da estrutura inicial foi possível a distinção de dois grupos de indicadores (Setoriais e Econômicos). A avaliação realizada pelos resultados obtidos dessas entrevistas possibilitou a identificação dos indicadores econômicos e indicadores do setor energético descritos nas próximas tabelas:

Tabela 14: Indicadores Econômicos

Discriminação	2013	2017	2022	2013-2017	2018-2022	2013-2022
				Variação (% a.a.)		
PIB (R\$ bilhões de 2010)	4.129	4.950	6.314	4,5	5,0	4,8
População Residente (10 ³ habitantes)	196.144	201.521	207.216	0,7	0,6	0,6
PIB per capita (R\$ [2010]/hab/ano)	21.052	24.561	30.473	3,8	4,4	4,1
Consumo de Eletricidade (TWh)	520,0	625,8	785,1	4,7	4,6	4,7
Consumo Final Energético (10 ³ tep)	250.972	301.862	368.232	4,9	4,1	4,5
Consumo Final de Energia ⁽¹⁾ per capita (tep/hab/ano)	1,28	1,50	1,78	4,2	3,5	3,8
Intensidade Energética da Economia (tep/10 ³ R\$ [2010])	0,061	0,061	0,058	-	-	-
Elasticidade-renda do consumo de eletricidade ²	-	-	-	1,05	0,93	0,99
Elasticidade-renda do consumo de energia ²	-	-	-	1,09	0,81	0,95

Notas: (1) Os valores de consumo final incluem o consumo do setor energético.
(2) O valor de elasticidade-renda refere-se à sua média no período indicado.

Fonte: Plano Decenal de Expansão de Energia. EPE, 2013, p.38

A Tabela 14 mostra índices utilizados em todos os PDEs desde a sua primeira publicação em 2006 até a última publicada em 2014 e têm sempre o ano anterior como base dos dados apresentados. Pelo que foi aferido junto aos entrevistados estes elementos são de grande importância para as tomadas de decisões assim como as regulamentações e indicadores adicionais. É importante salientar, no entanto, que no panorama atual econômico do Brasil será difícil considerar essa variação percentual do PIB, principalmente. Mas é um indicador fornecido por estudos governamentais e não compete ao pesquisador, nesse momento, corrigi-los.

Ainda por meio das entrevistas com especialistas e consultores do Setor Elétrico foi possível estabelecer indicadores adicionais que são provenientes dos documentos referidos e são apresentados na Tabela 15 e na Tabela 16.

Tabela 15: Carga de Energia

Ano	Subsistema				SIN
	Norte	Nordeste	Sudeste/CO	Sul	
	MW médio				
2013	4.935	9.402	38.740	10.612	63.688
2017	6.407	11.180	45.394	12.268	75.248
2022	7.613	13.870	54.796	14.724	91.003
Período	Variação (% a.a.)				
2013-2017	9,2	4,5	4,2	3,7	4,5
2018-2022	3,5	4,4	3,8	3,7	3,9
2013-2022	6,3	4,4	4,0	3,7	4,2

Fonte: Plano Decenal de Expansão de Energia 2022, EPE, 2013, p.45.

A tabela acima apresenta a carga de energia que corresponde ao montante total de energia requisitado de um conjunto de instalações em determinado período. É medido em megawatt médio (MWm).

Tabela 16: Carga de Demanda

Ano	Subsistema				Sistema		SIN
	Norte	Nordeste	Sudeste/CO	Sul	N/NE	S/SE/CO	
	MW						
2013	6.513	12.058	52.213	16.563	18.128	67.322	84.462
2017	7.852	14.365	60.770	18.773	21.676	77.868	98.410
2022	9.359	17.822	73.365	22.532	26.510	93.882	119.029
Período	Variação (% a.a.)						
2013-2017	8,7	5,1	4,6	4,5	6,2	4,4	4,8
2018-2022	3,6	4,5	3,9	3,7	4,2	3,9	3,9
2013-2022	6,1	4,8	4,3	4,1	5,2	4,2	4,4

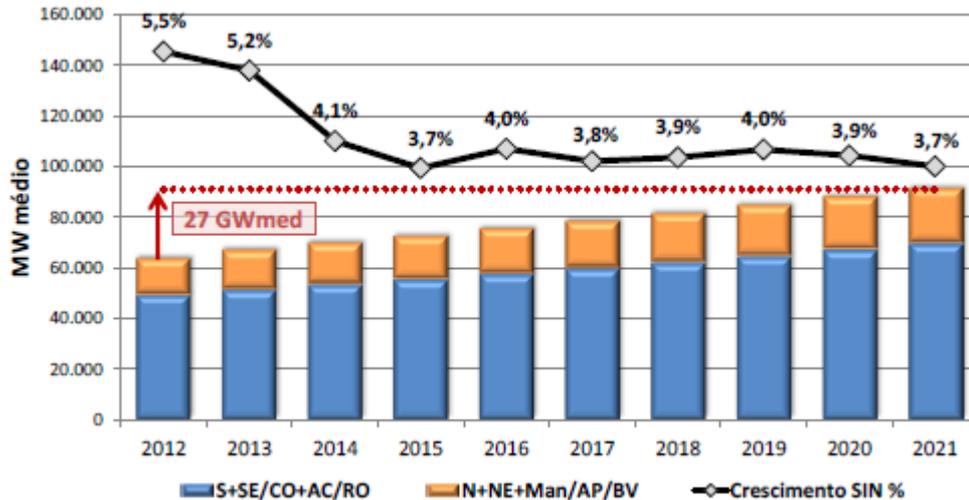
Nota: Considera a interligação do sistema Tucuruí-Macapá-Manaus, ao subsistema Norte, a partir de junho de 2013, e a interligação do sistema Boavista a partir de fevereiro de 2015.

Fonte: Plano Decenal de Expansão de Energia 2022, EPE, 2013, p.45.

Assim, a Tabela 15 anterior apresenta dados sobre a carga de energia (expressa em MW médios) e correspondente ao valor médio requerido das usinas geradoras durante um intervalo de tempo relativamente longo (dia, semana, mês, ano). A Tabela 16 mostra a carga de demanda que é o requisito de geração de energia elétrica de um sistema em determinado instante ou em um intervalo de tempo curto (CASTRO *et al.*, 2010). As tabelas se referem ao Sistema Interligado Nacional (SIN) e aos sistemas adicionais.

Ainda durante a pesquisa sobre os indicadores de importância considerada e justificada pelas pessoas entrevistadas, o Gráfico 6 demonstra a projeção da evolução da Carga de Energia até o ano de 2021, considerado como critério determinante para novos investimentos e empreendimentos que objetivam suprir a projeção no sistema.

Gráfico 6: Projeção de Carga de Energia Elétrica



Fonte: Plano Decenal de Expansão de Energia 2022, EPE, 2013, p.77.

Com a determinação das categorias, se formalizou um primeiro questionário utilizado para a validação dos mesmos junto à amostra de gestores e pessoas que participam do processo decisório sobre novos investimentos no setor energético.

Apesar de não se caracterizar como um estudo de caso, parte do embasamento dessa pesquisa teve prerrogativas de um projeto já aprovado entre a Escola de Ciência da Informação em conjunto com a CEMIG e com a Fundação de Apoio à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG), citado anteriormente e que, tendo seu apoio financeiro ainda estagnado até a presente data, não permitiu o desenvolvimento sob tal aspecto.

Seguiu-se então uma segunda etapa de aplicação de questionário com o objetivo de se determinar a importância relativa entre os Indicadores e Parâmetros (Critérios) e os tipos de fontes relacionados ao trabalho, que condizem com as fontes renováveis alternativas de geração de energia elétrica (Alternativas).

Na próxima subseção são abordados os procedimentos adotados para a elaboração dos questionários.

3.2 Questionários

A abordagem quantitativa caracteriza-se pelo emprego da quantificação tanto nas modalidades de coleta de informações, quanto no tratamento delas por meio de técnicas estatísticas. Já a abordagem qualitativa explora as técnicas de observação e entrevista, devido a propriedade com que esses instrumentos penetram na complexidade do problema (RICHARDSON, 2007).

Para a orientação na elaboração e ordem das perguntas seguiu-se a recomendação de que um questionário deve ser ordenado em subseções por conteúdo. Em cada seção ou subseção do questionário realizou-se uma introdução com uma declaração curta sobre seu conteúdo e finalidade. Segundo o autor, tais introduções, ajudam o respondente a dar sentido ao questionário, particularmente quando ele aborda uma variedade de temas (BABBIE, 2001).

Para a construção dos questionários se fez uso de uma aplicação online. O vínculo a algumas instituições acadêmicas permite o acesso a uma quantidade considerável de recursos. A ferramenta está disponível no sítio eletrônico: < <https://www.onlinepesquisa.com/>>.

A primeira seção de ambos os questionários aplicados é relativa à caracterização do grupo de participantes. No primeiro questionário, esta seção envolveu também a identificação do cargo, a formação e a respectiva localização dos respondentes além do tempo de experiência no setor energético e de participação em decisões estratégica, itens comuns a ambos os questionários.

As próximas subseções dizem respeito à estrutura do primeiro questionário, à elaboração de um modelo informacional de referência que condiz com o ambiente de tomada de decisão do setor energético e à estrutura do segundo questionário utilizado no curso da pesquisa.

3.2.1 Primeiro questionário

Para o primeiro questionário seguiu então um breve levantamento sobre as ferramentas e recursos informacionais utilizados pelas instituições das quais os respondentes possuem vínculo. Sobre o que diz respeito às fontes e documentos utilizados no processo decisório do setor energético, sobre a relevância e utilização dos indicadores e parâmetros, o primeiro questionário seguiu uma estrutura matricial de respostas.

Foram utilizadas escalas do tipo *Likert* de três, cinco e oito pontos que segundo Martins e Theóphilo (2009) consistem em um conjunto de itens apresentados em forma de afirmações.

Estas afirmações qualificam positivamente ou negativamente o objeto de atitude que está sendo medido e devem expressar uma relação lógica entre um sujeito e um complemento (MARTINS; THEÓPHILO, 2009).

A Figura 6 ilustra a seção sobre documentos, regulamentação e fontes de informações com cinco critérios de relevância de uso para cada um dos elementos.

Figura 6: Documentos e Fontes de Informação

Documentos, Regulamentação e Fontes de Informações Governamentais *

	Amplamente Utilizado	Utilizado com Frequência	Utilização Eventual	Pouco Utilizado	Nunca Utilizado
Lei 9.991 / 2000 (Dispõe sobre pesquisa e desenvolvimento em eficiência energética)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Lei 12.783 / 2013 (Dispõe sobre concessões de energia elétrica, redução dos encargos setoriais e modicidade tarifária):	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE):	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Balanco de Energia Útil (BEU):	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Balanco de Energia Nacional (BEN):	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Plano Nacional de Energia (PNE):	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Annual Energy Outlook (EIA):	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Congresso de Inovação Tecnológica em Energia Elétrica (CiteneL):	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Outra Fonte e sua representatividade: <input type="text"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os cinco níveis de critérios a serem utilizados são correspondentes à adequação dos documentos como fonte de informação para o processo decisório e estão na seguinte escala (1 – Amplamente utilizado; 2 – Frequentemente utilizado; 3 - Utilização Eventual; 4 – Pouco utilizado e 5 – Nunca utilizado). Além da aplicação para documentos e fontes de informação, a mesma escala foi utilizada para a determinação dos indicadores econômicos e indicadores do setor energético.

Foi permitido ainda que o respondente incluísse alguma fonte de informação não especificada e considerar sua representatividade no processo decisório. Apesar de existirem alternativas que foram inseridas, nenhuma obteve frequência maior que uma resposta, resultante da inserção pelo respondente e não foram consideradas para as etapas subsequentes do trabalho.

A mesma escala *Likert* foi utilizada para a avaliação dos Indicadores Setoriais e Indicadores do setor energético que foram estabelecidos pela pré-avaliação realizada com o consultor e o especialista da área.

Em ambos os conjuntos de respostas houve a inserção de outras opções, mas da mesma forma que o ocorrido na questão anterior, nenhuma das opções inseridas pelos respondentes teve outra incidência a não ser daquela na qual foi inserida.

Para ilustrar os respectivos resultados, a Figura 7 e a Figura 8 que seguem abaixo representam a disposição das perguntas e também não fazem menção a estas respostas por não caracterizarem relevância na continuidade do trabalho.

Figura 7: Indicadores Econômicos

Avalie a importância dos indicadores listados para novos empreendimentos

	Amplamente Utilizado	Utilizado com Frequência	Utilização Eventual	Pouco Utilizado	Nunca Utilizado
Crescimento Demográfico:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
PIB per Capita:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Consumo de Energia Elétrica (inclui autoprodução):	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Consumo de EE per Capita:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Intensidade Elétrica do PIB (KV/h/RS):	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Outro Indicador e sua representatividade: <input type="text"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Fonte: Elaborado pelo autor.

As respostas dispostas nesse formato obtido pela ferramenta utilizada propicia uma análise rápida e indutiva sobre a importância de cada um dos elementos analisados. É também disponibilizada uma opção de visualização por gráfico, que pode ser utilizado para a análise do conjunto resultante das respostas obtidas.

Tanto os Indicadores Econômicos da figura anterior como os Indicadores Setoriais obtidos na Figura 8 foram utilizados para a determinação dos Critérios, a serem empregados no método AHP para a mensuração destes em relação às Alternativas, correspondentes às fontes de geração de energia elétrica.

Figura 8: Indicadores do Setor Energético

Avalie a importância dos indicadores listados para novos empreendimentos

	Amplamente Utilizado	Utilizado com Frequência	Utilização Eventual	Pouco Utilizado	Nunca Utilizado
Carga de Energia (MW médio):	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Carga de Demanda:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Capacidade Instalada:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Estimativa de Investimentos / Benefícios:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Emissões de CO2:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Projeções de Consumo Total:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tipo de Fonte:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Outro Indicador e sua representatividade: <input type="text"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Fonte: Elaborado pelo autor.

Além dos indicadores encontrados e previstos nos documentos descritores anteriormente foram acrescentados pelos entrevistados para a elaboração do questionário os seguintes itens:

- A Estimativa de Investimentos / Benefícios que diz respeito à perspectiva de subsídios e fontes de financiamento para os empreendimentos do setor.
- O Tipo de Fonte que condiz com a classificação dada anteriormente sobre a fonte de geração de energia elétrica.

Os denominados parâmetros do 1º questionário, dizem respeito a condições de incertezas e factíveis de alterações diversas. Considerados bastante relevantes uma vez que, por meio da apreciação ou depreciação de um destes elementos, denotam agravo para a opção do gestor.

Figura 9: Parâmetros (mensuração inicial)

Adicione os valores por ordem de importância no processo de avaliação para novos empreendimentos (1 - Mais importante; 2; ...; 7; 8 - Menos importante)

↕	▼	Disponibilidade de Recurso Energético:
↕	▼	Vocação da Empresa para Investimento na produção de EE a partir da fonte especificada:
↕	▼	Rentabilidade (Fontes de Financiamento e benefícios de Investimento):
↕	▼	Tipo de Fonte para o Novo Empreendimento (Renovável ou não, Tradicional / Alternativa):
↕	▼	Impacto Ambiental:
↕	▼	Domínio da Tecnologia:
↕	▼	Alinhamento Regulatório:
↕	▼	Projeção da Imagem da Empresa (visibilidade):

Fonte: Elaborado pelo autor.

A mensuração de cada um destes parâmetros, neste primeiro questionários, foi realizada na proposta de oito níveis, para a determinação da importância relativa entre eles. Assim foi feito com o intuito de se trabalhar posteriormente com a hierarquização da matriz proposta no método AHP.

O próximo passo do trabalho foi descrever um modelo que faça uso dos elementos identificados nos estudos correlatos e fosse condizente tanto com a análise das entrevistas como das respostas obtidas do primeiro questionário.

A próxima subseção descreve os procedimentos para a idealização do modelo que é utilizado como referência no processo decisório deste estudo e que é utilizado para nortear outra etapa da pesquisa.

3.2.2 Modelo de Referência Informacional do Setor Energético

O modelo de referência elaborado foi concebido a partir de análise de resultados nos estudos realizados por Pereira (2006, 2013), Probst *et al.*(2002), Oliveira (2006), Jamil (2006) e outros trabalhos que tratam de decisões estratégicas em organizações. Para a pesquisa, o modelo é utilizado como referência aos procedimentos de tratamento e uso informacional no que tange os aspectos envolvidos nas tomadas de decisão para novos empreendimentos de geração de energia elétrica.

Assim, foram definidas três dimensões ou partes para o modelo informacional. A primeira parte se refere ao que Oliveira (2006) em seu modelo de sistema de informação citado anteriormente descreve como informações gerenciais e é composto por: Indicadores Econômicos e Indicadores do Setor Energético, obtidos a partir das publicações do MME e da EPE, principalmente o PDE, o PNE e o BNE, revisados em suas últimas datas de publicação e avaliados pelos entrevistados e pelo questionário.

Para o modelo, além destes documentos são apresentadas outras fontes de informações, publicações e regulamentações do setor. Essa parte do modelo condiz também ao que Mafra (2013) propõe como o primeiro momento do modelo geral para tomada de decisões, onde a busca informacional determina seus passos.

A segunda parte se refere à aplicação da mensuração dos critérios identificados. A mensuração destes critérios e alternativas a partir das técnicas de AHP é responsável pela definição dos cenários de decisão que compõem a última parte do modelo de referência. Além das perspectivas propostas nos PDEs de Trajetória Alta, Referência e Trajetória Baixa, outros dois cenários apresentados no modelo como Trajetória Preferencial e Trajetória Contingencial ilustram a possibilidade adicional de inclusão de alternativas.

O passo seguinte se refere à apresentação das opções possíveis aos gestores. Para Mafra (2013), é o momento onde são consideradas, além das fontes de informações obtidas para a tomada de decisão, aquelas que mais influenciaram o gestor. Outros fatores que influenciam a tomada de decisão, como a experiência do gestor, o tempo disponível para decidir e a intuição são determinantes para a aplicação do modelo. A apresentação do modelo de referência informacional é trazida na seção que aborda os resultados.

A seguir estão descritos os procedimentos para a elaboração e aplicação do segundo questionário.

3.2.3 Segundo questionário

Para Creswell (2003) a pesquisa qualitativa é emergente e se constitui de uma estruturação prévia, mesmo que não totalmente definida. Para este autor, durante o percurso

da pesquisa as categorias se definem, aprimoramento o foco do trabalho. Assim é necessária a imersão do pesquisador desempenhando o papel principal de instrumento da pesquisa. O pesquisador poderá assim realizar uma interpretação dos dados de uma maneira mais ampla.

Na Figura 10 abaixo estão relacionados os critérios utilizados na aplicação do método AHP, mas não representa o universo total dos indicadores e parâmetros, mas que faz uma associação entre os conceitos com a finalidade de delimitar o escopo para este estudo.

Figura 10: Critérios no Processo Decisório do Setor Energético

selecione os critérios que fazem parte do processo decisório

Disponibilidade do recurso energético
 Rentabilidade (previsão de retorno)
 Impacto Ambiental
 Domínio da Tecnologia
 Alinhamento Regulatório

Fonte: elaborado pelo autor.

Com o intuito de não desfazer dos indicadores abordados anteriormente, foi proposto para os respondentes a opção de inserir algum critério que fosse indispensável. Apesar de novamente terem algumas respostas, nenhuma se repetiu e, portanto, não foram consideradas para a continuidade do trabalho, apesar de estarem todas registradas nos resultados do questionário.

Com a quantidade de critérios definida é possível realizar o experimento da aplicação do método AHP por meio da elaboração das matrizes de julgamento. Para tanto, foi necessário realizar uma mensuração inicial de relação entre a importância relativa entre os critérios selecionados a serem detalhados na próxima subseção.

3.2.3.1 Mensuração Inicial dos Critérios e Alternativas

A determinação de parte do questionário para a mensuração inicial foi a abordagem prática para conseguir se definir as importâncias relativas entre os elementos envolvidos. Essa parte é fundamental para a elaboração das matrizes de julgamento, como se pode verificar na seção de referencial teórico e metodológico, na parte que se trata do método AHP.

A Figura a seguir apresenta, como exemplo, a possibilidade de mensuração que os respondentes puderam realizar entre os critérios definidos na figura anterior. Nos anexos se encontram todos os dois questionários aplicados em sua totalidade, mas nesse momento é trazida apenas parte da mensuração proposta aos respondentes.

Figura 11: Mensuração Inicial dos Critérios

Maior ou menor representatividade dos critérios para as tomadas de decisão no Setor Energético

	Imprescindível	Muito Relevante	Importante	Considerado	Pouco Relevante
Disponibilidade de Recurso Energético	<input type="checkbox"/>				
Rentabilidade (Investimento x Retorno Esperado)	<input type="checkbox"/>				
Impacto Ambiental	<input type="checkbox"/>				
Domínio da Tecnologia	<input type="checkbox"/>				
Alinhamento Regulatório	<input type="checkbox"/>				

Fonte: elaborado pelo autor.

A opção de se determinar a importância relativa entre os elementos proposta pelo AHP deve ser entre pares de critérios com o objetivo de minimizar a inconsistência da elaboração das matrizes de decisão.

Seguiu-se então a mensuração das alternativas escolhidas para a pesquisa em relação a cada um dos critérios propostos. As alternativas representam as opções de fontes de geração de energia e, lembrando, são: Usinas Eólicas, Usinas Fotovoltaicas, Pequenas Centrais Hidrelétricas e Biomassa. Para exemplificar o que foi proposto aos respondentes, a Figura 12 apresenta a mensuração das alternativas em relação ao critério “alinhamento regulatório”. Ressalta-se, mais uma vez, que o teor completo dos questionários se encontra nos anexos do trabalho.

Figura 12: Mensuração Inicial das Alternativas sob Foco dos Critérios

Avaliações com mesmo valor representam equivalência entre as fontes.

	Mais Representativa	Bastante Representativa	Importante	Baixa Representatividade	Nula ou insignificante
Fonte Eólica	<input type="checkbox"/>				
Fonte Fotovoltaica	<input type="checkbox"/>				
PCH	<input type="checkbox"/>				
Biomassa	<input type="checkbox"/>				

Fonte: elaborado pelo autor.

É importante salientar a necessidade de verificação da inconsistência das matrizes obtidas pela aplicação do questionário nesse formato. Assim como a determinação das matrizes de julgamento, o cálculo da inconsistência destas matrizes é abordado na seção de referencial teórico e metodológico, no item destinado à explanação do método AHP.

Nessa seção anterior também é possível verificar a escala de julgamentos proposta por Saaty (1990, 2001) e permite verificar que esta é congruente tanto à escala de 5 níveis utilizadas na elaboração dos questionários quanto à definição da escala *Likert*.

Uma vez aplicado a um problema real, deve-se oferecer ao gestor apenas o par a ser considerado para melhor dimensionamento e correto julgamento.

A partir desse ponto foi possível realizar o experimento de mensuração das alternativas e dos critérios associados, considerado o montante de procedimento empírico e que objetiva a verificação da aplicabilidade e usabilidade do método estudado em relação aos problemas relacionados ao tema dessa pesquisa.

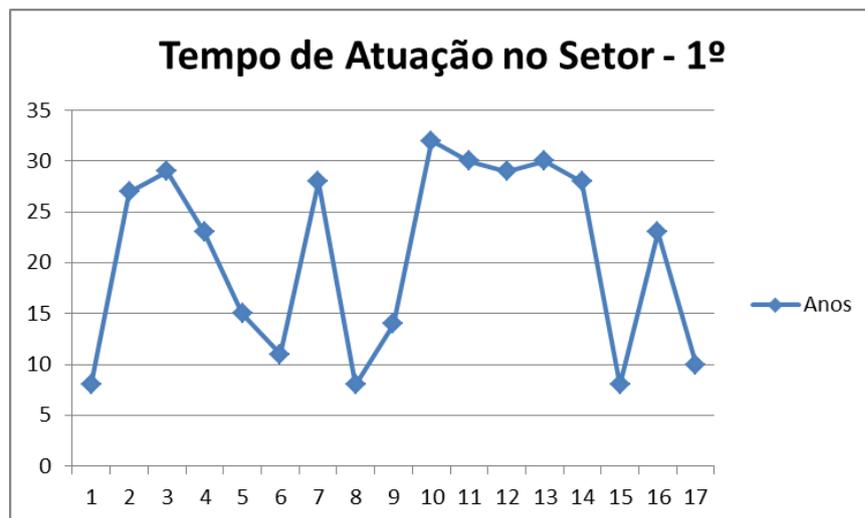
Segue-se então a apresentação desse experimento e a análise dos resultados obtidos que são o foco no próximo capítulo.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Nessa seção são apontados os resultados alcançados durante o processo de elaboração e execução da pesquisa. São apontados também os elementos notáveis de atenção para a efetivação da proposta de pesquisa e os elementos que permitem maior exploração ou aprofundamento na continuação do trabalho ou de outros futuros que se assemelham no propósito.

São trazidos inicialmente nesta seção dois gráficos que ilustram a legibilidade dos respondentes. A primeira parte de ambos os questionários aplicados considerou a formação do grupo de respondentes. O Gráfico 7 e o Gráfico 8 trazem o tempo de atuação no setor energético dos respondentes, do primeiro e segundo questionários aplicados, respectivamente:

Gráfico 7: Tempo de Atuação dos Respondentes



Fonte: Resultado obtido pelas respostas. 1º questionário. Elaborado pelo autor.

No primeiro questionário, esta seção envolveu também a identificação do cargo, a formação e a respectiva localização dos respondentes além do tempo de experiência.

Para o segundo, como foi enviado aos respondentes do primeiro questionário acrescidos de outros sugeridos por especialistas, se optou por não repetir a parte de identificação do cargo e a formação do respondente.

Gráfico 8: Tempo de Atuação no Setor Energético



Fonte: Resultado obtido pelas respostas. 2º questionário. Elaborado pelo autor.

Pelo resultado obtido conseguiu-se atingir a premissa de que os questionários fossem respondidos por gestores e pessoas que tivessem cargos estratégicos no setor energético.

Por meio das entrevistas realizadas se determinou, inicialmente, oito categorias a serem consideradas na elaboração da pesquisa, as quais estão descritas na Tabela 17 e que representam os parâmetros considerados de maior relevância para os respondentes relativos ao processo decisório:

Tabela 17: Parâmetros decisórios

<i>Parâmetros no Processo Decisório</i>
<i>Disponibilidade do Recurso Energético</i>
<i>Vocação da Empresa para produção com a fonte especificada</i>
<i>Rentabilidade (Fontes de Financiamento e Benefícios do Setor)</i>
<i>Tipo de Fonte (Renovável / Tradicional ou Alternativa)</i>
<i>Impacto Ambiental</i>
<i>Domínio da Tecnologia</i>
<i>Alinhamento Regulatório</i>
<i>Visibilidade da Empresa</i>
<i>Demanda de Mercado (Comercial, Indústria e Serviços)</i>

Fonte: elaborado pelo autor.

A determinação das fontes de geração de energia elétrica é fundamental para este estudo e para tanto se optou por considerar as fontes renováveis alternativas indicadas em seguida na Tabela 18:

Tabela 18: Fontes de Geração de Energia Elétrica

Fontes Renováveis Alternativas de Geração de Energia Elétrica
Usina Eólica
Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH)
Usina Fotovoltaica
Biomassa

Fonte: elaborado pelo autor.

A opção por considerar estas fontes se deve pela necessidade das concessionárias energéticas em aplicar parte de sua renda líquida (ROL) em trabalhos científicos e estudos sobre Pesquisa e Desenvolvimento.

A Tabela 19 mostra o total de indicadores, tanto econômicos e financeiros como os específicos do setor energético que haviam sido determinados pela aplicação do primeiro questionário.

Tabela 19: Indicadores

Indicadores Econômicos	Indicadores do Setor Energético
Crescimento Demográfico	Carga de Energia (MW médio)
PIB per Capita	Carga de Demanda
Consumo de Energia Elétrica*	Capacidade Instalada
Consumo de Energia Elétrica per Capita	Estimativa de Investimentos / Benefícios
Intensidade Elétrica do PIB (KW/R\$)	Emissões de Poluentes (CO2 principal)
	Projeções de Consumo Total
	Natureza da Fonte de Energia Elétrica
*inclui autoprodução	

Fonte: elaborado pelo autor.

Os indicadores citados: Carga de Energia, Carga de Demanda e Projeção de Carga no sistema assim como os demais parâmetros identificados inicialmente tiveram o embasamento dos indicadores fornecidos pelos documentos governamentais citados.

Pela quantidade considerável de parâmetros e indicadores identificados no primeiro momento, foi possível perceber a necessidade de condensação destes com a finalidade de se criar um conjunto válido de critérios e fazer uso destes para a mensuração em relação às

alternativas que compõem este estudo. Percebeu-se a existência de indicadores ambíguos e com significância relativamente baixa para a realização da pesquisa.

Foi então redimensionado o universo dos indicadores a serem utilizados no progresso da pesquisa e que foram utilizados na aplicação do segundo questionário de abordagem qualitativa. Nesse momento optou-se por realizar a definição dos critérios a serem utilizados na aplicação do AHP a partir desses indicadores e parâmetros citados anteriormente. Este procedimento está mais detalhado na subseção 4.2.

Na próxima subseção será descrito a obtenção do modelo de referência informacional elaborado como parte resultante dessa pesquisa.

4.1 Modelo de Referência Informacional

A elaboração de um modelo informacional de referência do setor analisado foi realizada a partir da identificação das principais fontes de informação, propondo um mecanismo de mensuração de parâmetros e indicadores que forneça um resultado que indique uma solução para as alternativas apresentadas. A representação do fluxo informacional até o momento de tomada de decisão foi seguida de uma análise dos documentos disponíveis e das regulamentações que amparam as possibilidades de novos empreendimentos para as concessionárias energéticas.

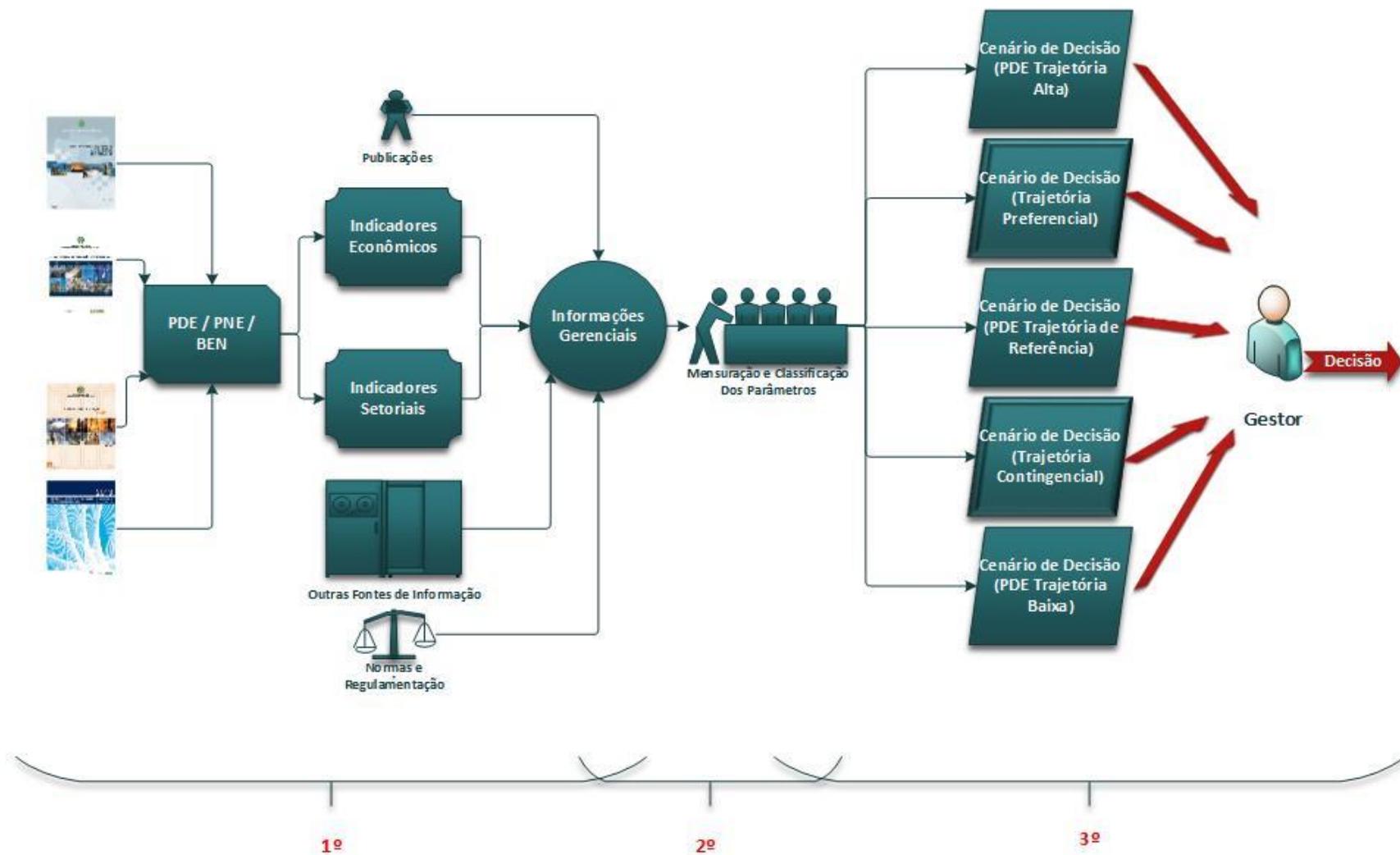
Para a mais fácil identificação dos passos que foram seguidos para a elaboração desse modelo informacional estão delimitados os passos que correspondem ao fluxo informacional desde a identificação das fontes e documentos utilizados até a apresentação das possibilidades e alternativas aos gestores.

Os passos ou o curso natural da informação até o momento da decisão é ilustrado pela numeração sequencial. A intenção nesse caso é conseguir separar o momento que representa os processos de gestão do conhecimento definido por Probst *et al.*(2002) e delimitar a necessidade da mensuração dos vários critérios utilizados por meio da metodologia discutida por Saaty (1990, 2001), determinante para a execução do experimento desta pesquisa.

No modelo de referência informacional elaborado, a determinação de documentos utilizados para o processo decisório condiz com a proposta do trabalho de se fazer um levantamento bibliográfico inicial que embase a situação vivenciada pelas concessionárias energéticas.

A Figura 13 ilustra o modelo informacional de referência discutido e concebido como passo determinante na primeira fase de execução dessa pesquisa. A mesma figura está inserida no segundo questionário aplicado e demonstrou significativa aceitação por parte dos respondentes.

Figura 13: Modelo Informacional de Referência



Fonte: Elaborado pelo autor.

Foi possível assim, por meio dos questionários e entrevistas, definir os critérios associados às alternativas para se atingir um objetivo específico. O resultado das respostas obtidas sobre a apresentação do modelo de referência informacional foi satisfatório e permitiu a continuidade da elaboração das etapas de mensuração dos critérios e alternativas considerados.

A aplicação do segundo questionário de aspecto qualitativo aborda a validação como referência do modelo e a mensuração dos critérios e das alternativas a serem empregados no processo decisório do setor energético. O resultado obtido deste questionário é a sugestão de prioridades relativas entre os critérios definidos e que seja compatível com a metodologia do AHP.

A aplicação da metodologia AHP é demonstrada na sequência de apresentação dos resultados e segue os passos: a hierarquização do problema a ser considerado; a execução ou a aplicação do AHP entre critérios e alternativas delimitados pela hierarquização prévia e a apresentação dos resultados finais obtidos representados pelas prioridades médias globais que abrangem toda a perspectiva dos nós de julgamentos.

4.2 Hierarquização do Problema Identificado

Para a elaboração da hierarquia proposta por SAATY (1990,2001) e identificado nos trabalhos (FRANCISCHINI & BARBARÁN, 2003; RAFAELI & MÜLLER, 2007) seguiu-se a definição da hierarquia que é composta por um objeto global, critérios e alternativas relacionadas. Estes elementos constituem os fatores que influenciam nos resultados a serem considerados.

Assim, considerou-se para esta pesquisa o 'objetivo global' sob a perspectiva do gestor de uma concessionária energética. Este objetivo é descrito como a inserção ou continuidade nos empreendimentos de geração de energia elétrica a partir de fontes renováveis alternativas.

Os 'critérios' que compõem essa hierarquia se baseiam nos indicadores e parâmetros identificados anteriormente.

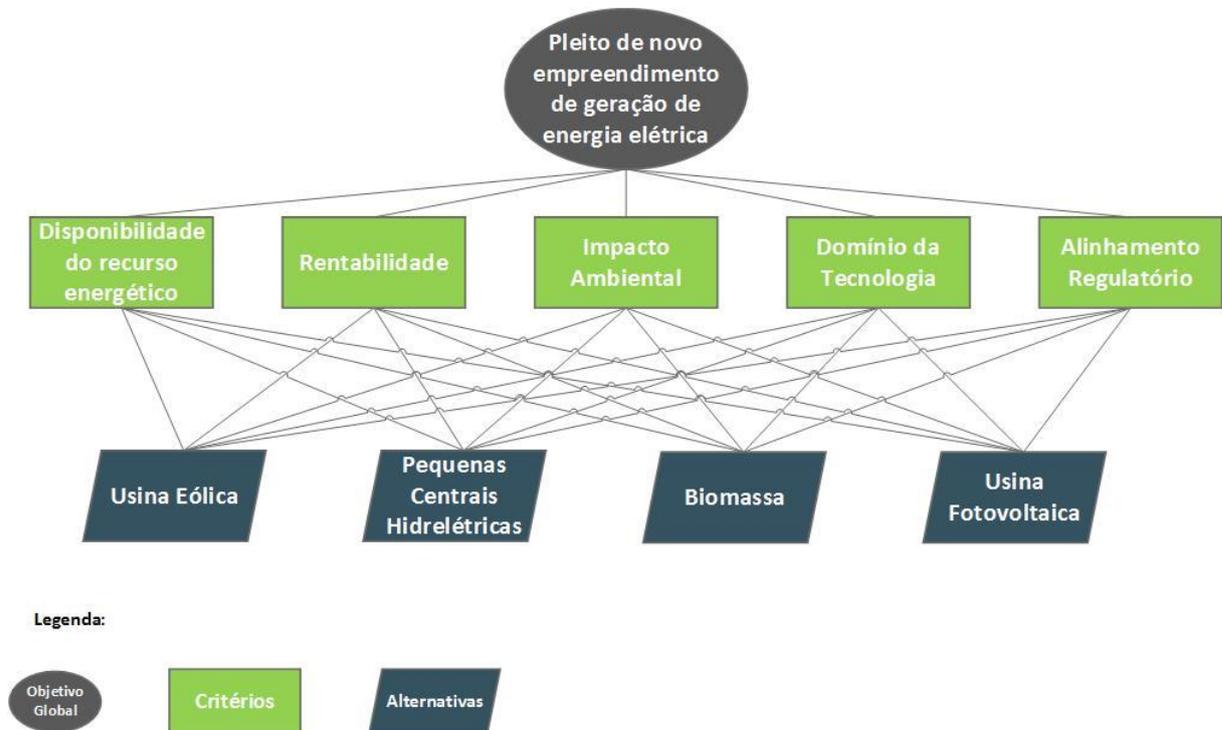
As 'alternativas', por sua vez, dizem respeito às fontes renováveis alternativas de geração de energia elétrica consideradas nessa pesquisa como as opções de resultado a serem mensuradas.

A utilização de cinco critérios e quatro alternativas permitiu a aplicação da metodologia com o mínimo de recurso computacional. A proposta de validação do método e o emprego dos conceitos matemáticos fundamentam a possibilidade da continuidade do trabalho com a proposta de se desenvolver estes conceitos por meio de recurso computacional especificado

para a realidade das concessionárias energéticas, no âmbito da tomada de decisões para empreendimentos de geração de energia elétrica a partir de fontes renováveis alternativas.

A próxima figura ilustra a hierarquia da situação proposta para essa pesquisa.

Figura 14: Hierarquia do Problema Identificado



Fonte: elaborado pelo autor.

Para comparação entre as alternativas e os critérios avaliados foram considerados 24 (vinte e quatro) respondentes no segundo questionário aplicado. A partir dos julgamentos dos envolvidos e com a utilização da escala de SAATY (1990, 2001) foi possível construir a matriz de comparação das alternativas e posteriormente realizar todo o processo de normalização e comparação das alternativas sob o foco de cada critério assinalado.

Para algumas áreas do conhecimento as arestas podem significar algo específico, mas para a hierarquia proposta para o AHP denota apenas o caminho de conexão entre os elementos envolvidos. Ou seja, Os Critérios são analisados em relação às Alternativas e, por meio destes, são analisadas as alternativas em relação ao Objetivo Global.

4.3 Mensuração dos Critérios e Alternativas

A aplicação do segundo questionário teve a prerrogativa de se realizar uma avaliação entre os critérios e alternativas propostas para esta pesquisa. A estrutura completa de ambos os questionários estão nos anexos. Será utilizado o exemplo de cálculo para um critério específico, uma vez que o processo se repete para todos.

Uma vez identificada a importância relativa entre os critérios é possível partir para a elaboração das matrizes de julgamento, um próximo passo a ser descrito em outra subseção.

Figura 15: Representatividade dos Critérios Escolhidos

6. Considere os critérios definidos anteriormente. Assinale a importância relativa entre os mesmos. Por favor, atente para a relevância em detrimento a todos os outros. *

Número de participantes: 24

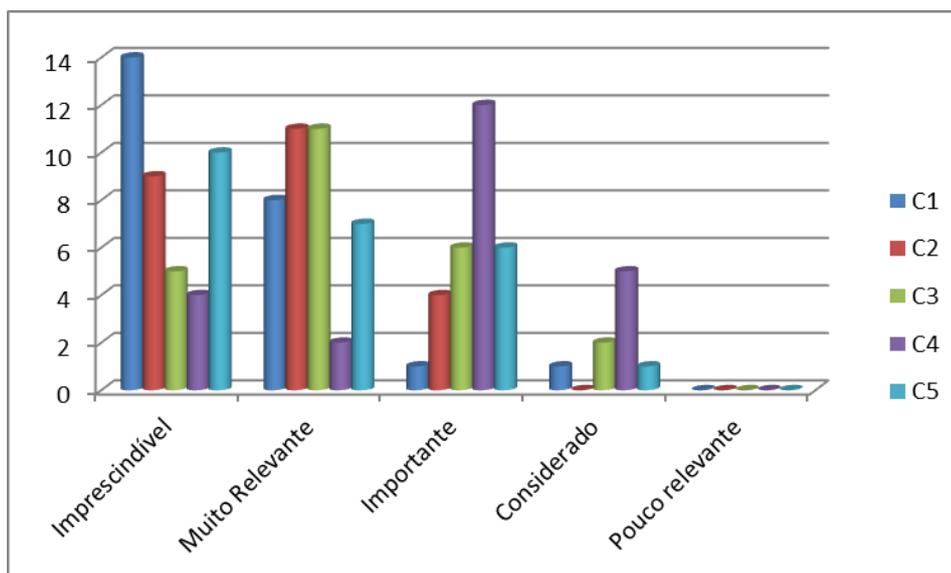
	Imprescindível		Muito Relevante		Importante		Considerado		Pouco Relevante	
	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%
Disponibilidade de Recurso Energético	14x	58,33	8x	33,33	1x	4,17	1x	4,17	-	-
Rentabilidade (Investimento x Retorno Esperado)	9x	37,50	11x	45,83	4x	16,67	-	-	-	-
Impacto Ambiental	5x	20,83	11x	45,83	6x	25,00	2x	8,33	-	-
Domínio da Tecnologia	4x	16,67	2x	8,33	12x	50,00	5x	20,83	-	-
Alinhamento Regulatório	10x	41,67	7x	29,17	6x	25,00	1x	4,17	-	-

Fonte: resultado das respostas de questão do 2º questionário elaborado pelo autor.

A Figura 15 acima ilustra as respostas obtidas sobre a consideração dos critérios apresentados de acordo com a importância entre os elementos identificados. O cálculo para a elaboração dos passos que são subsequentes aos critérios e às alternativas utilizadas está demonstrado em uma tabela específica.

O Gráfico 9 demonstra mais claramente a consideração das respostas sobre cada critério considerado:

Gráfico 9: Relevância Considerada sobre os os Critérios



Fonte: elaborado pelo autor.

Nota-se que não houve resposta que considerasse algum dos critérios como pouco relevante. Com a confirmação da importância considerada sobre os elementos apresentados foi possível definir as matrizes de julgamento proveniente da análise das alternativas sob cada um destes critérios.

4.3.1 Normalização das Matrizes de Julgamento

A aplicação da normalização das matrizes de decisão define as Prioridades Médias Locais e devem ser obtidas entre os nós que compõem a hierarquia: objetivo global, critérios e alternativas, ilustrados anteriormente. A Prioridade Média Local é utilizada para se determinar a importância relativa entre as alternativas em relação a cada critério específico e, posteriormente, serão utilizados os valores obtidos para a mensuração em relação ao objetivo global.

Para o primeiro critério definido “disponibilidade de recurso energético” se obteve as seguintes respostas:

Figura 16: Avaliação das Alternativas sob o Critério ‘Disponibilidade do RE’

7. Sob o foco do critério "Disponibilidade do Recurso Energético", avalie as fontes consideradas. *
Número de participantes: 24

	Mais Representativa		Bastante Representativa		Importante		Baixa Representatividade		Nula ou insignificante	
	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%
Fonte Eólica	7x	29,17	9x	37,50	7x	29,17	1x	4,17	-	-
Fonte Fotovoltaica	7x	29,17	6x	25,00	6x	25,00	5x	20,83	-	-
PCH	4x	16,67	10x	41,67	7x	29,17	3x	12,50	-	-
Biomassa	3x	12,50	9x	37,50	7x	29,17	5x	20,83	-	-

Fonte: resultado das respostas de questão do 2º questionário elaborado pelo autor.

Assim como na figura anterior sobre os critérios, nessa figura acima é possível identificar a importância relativa entre as fontes consideradas aqui como as alternativas para a aplicação do método AHP.

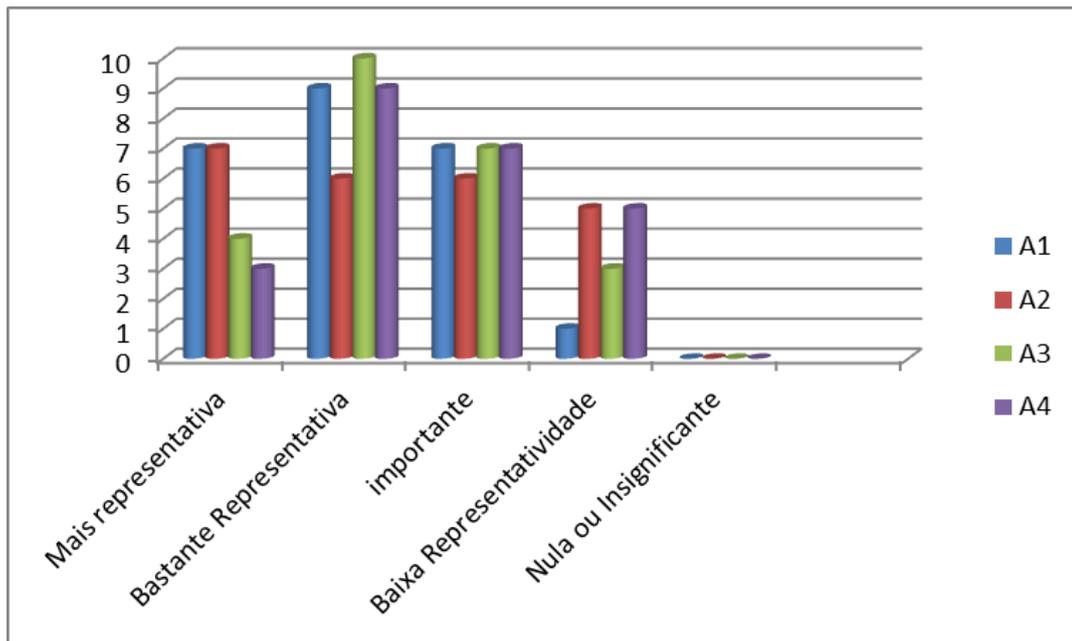
A elaboração das matrizes de julgamento é o mecanismo chave que permite aos gestores alterarem de forma significativa os resultados a serem obtidos.

A seguir é demonstrado como a elaboração da matriz de julgamento entre as alternativas escolhidas para esse problema proposto. Como não foi utilizado nenhum software específico para a solução do problema, o número reduzido auxilia a efetivação dos múltiplos

cálculos a serem realizados que aumentam significativamente com o aumento de alternativas, critérios e indicadores.

A elaboração dessa matriz foi realizada a partir da análise da representatividade obtida pelas respostas na tabela anterior e que é representada pelo Gráfico 10 a seguir, onde as alternativas (Eólica, Fotovoltaica, PCH e Biomassa) são ilustradas por A1, A2, A3 e A4, respectivamente.

Gráfico 10: Representatividade das Alternativas



Fonte: elaborado pelo autor.

Posteriormente, foi calculada a inconsistência dessas matrizes de julgamento, e caso não atenda à inconsistência máxima proposta pelo AHP, se faz necessário rever os julgamentos.

A matriz de julgamento que foi definida a partir dessas respostas que dizem respeito às alternativas está representada na Tabela 20.

Tabela 20: Matriz Julgamento de C1

C1	EOL	FOTO	PCH	BIO
EOL	1	3	3	5
FOTO	1/3	1	1/2	3
PCH	1/3	1/2	1	3
BIO	1/5	1/3	1/3	1

Fonte: elaborado pelo autor.

O critério considerado “Disponibilidade de Recurso Energético” é representado por **C1** no canto superior esquerdo e cada uma das alternativas é representada pelas siglas EOL / FOTO / PCH / BIO, respectivamente.

O processo de normalização é utilizado para se definir o autovetor de prioridade sob a luz de cada um dos critérios. Para cada nó de julgamento da hierarquia calcula-se a matriz normalizada. O cálculo compreende o somatório dos elementos de cada coluna e a divisão de cada elemento da coluna pelo respectivo somatório. A matriz que resulta do processo é denominada matriz normalizada e é representada por:

$$A' = [a'_{ij}] \text{ onde } a'_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{k=1}^n a_{ik}} \text{ para } 1 \leq i \leq n, \text{ e } 1 \leq j \leq n$$

Para o critério C1 (disponibilidade do recurso energético) obteve-se a seguinte matriz normalizada:

Tabela 21: Matriz Normalizada de C1

C1	EOL	FOTO	PCH	BIO
EOL	0,54	0,62	0,62	0,42
FOTO	0,18	0,21	0,10	0,25
PCH	0,18	0,10	0,21	0,25
BIO	0,11	0,07	0,07	0,08

Fonte: elaborado pelo autor.

Em continuidade, realiza-se o cálculo da prioridade média local (PML) que são as médias das linhas das matrizes normalizadas, denominado peso relativo do critério calculado para cada um dos níveis de julgamento e é determinada por:

$$W = [W_k] \text{ onde } W_k = \frac{\sum_{i=1}^n a'_{ij}}{n} \text{ para } 1 \leq j \leq n, \text{ e } 1 \leq k \leq n.$$

Segue a PML calculada em relação ao C1:

Tabela 22: Prioridade Média Local (PML) de C1

					PML C1
C1	EOL	FOTO	PCH	BIO	
EOL	0,54	0,62	0,62	0,42	0,55
FOTO	0,18	0,21	0,10	0,25	0,18
PCH	0,18	0,10	0,21	0,25	0,18
BIO	0,11	0,07	0,07	0,08	0,08
				Soma PML:	1,00

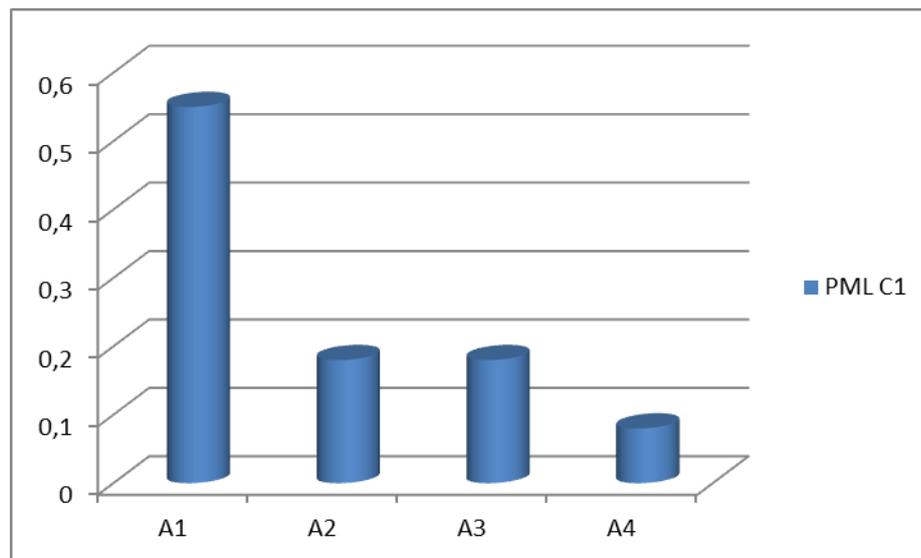
Fonte: elaborado pelo autor.

A PML permite uma avaliação de cada alternativa em relação àquele critério específico. Não é possível, no entanto, fazer um julgamento global sob a perspectiva de um critério somente.

É necessária a elaboração de todas as matrizes de julgamento, o cálculo respectivo de todas as PMLs e, ainda pela definição do método, é possível realizar o cálculo de representatividade de todas as alternativas em relação ao objetivo global.

O Gráfico 11 apresenta o resultado da PML obtida sob a perspectiva do critério 1 (C1).

Gráfico 11: PML sob perspectiva de C1



Fonte: elaborado pelo autor.

A análise para o método AHP não deve, no entanto, se orientar apenas pelo resultado parcial obtido para um critério específico.

Para ilustrar os cálculos realizados sob a perspectiva de cada um dos critérios, uma tabela é utilizada e segue a seguinte conotação de identificação dos critérios:

C1 – Disponibilidade do Recurso Energético;

C2 – Rentabilidade;

C3 – Impacto Ambiental;

C4 – Domínio da Tecnologia;

C5 – Impacto Ambiental.

A Tabela 23, na próxima página, apresenta o resultado das matrizes de julgamento normalizadas e o PML sob o foco de cada um dos critérios:

Tabela 23: Matrizes de Julgamento Normalizadas e suas respectivas PMLs

Disponibilidade do Recurso Energético					PML C1
C1	EOL	FOTO	PCH	BIO	
EOL	0,54	0,62	0,47	0,42	0,51
FOTO	0,18	0,21	0,32	0,25	0,24
PCH	0,18	0,10	0,16	0,25	0,17
BIO	0,11	0,07	0,05	0,08	0,08

Rentabilidade					PML C2
C2	EOL	FOTO	PCH	BIO	
EOL	0,54	0,36	0,57	0,62	0,52
FOTO	0,11	0,07	0,06	0,03	0,07
PCH	0,27	0,36	0,28	0,26	0,29
BIO	0,08	0,21	0,09	0,09	0,12

Domínio da Tecnologia					PML C3
C3	EOL	FOTO	PCH	BIO	
EOL	0,11	0,12	0,12	0,07	0,10
FOTO	0,05	0,06	0,09	0,03	0,06
PCH	0,53	0,41	0,60	0,67	0,55
BIO	0,32	0,41	0,20	0,22	0,29

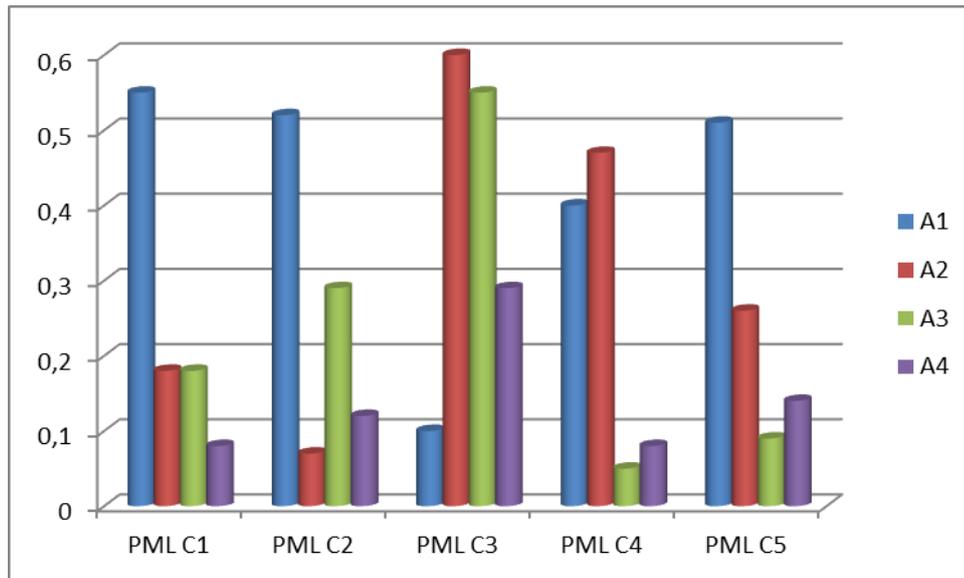
Impacto Ambiental					PML C4
C4	EOL	FOTO	PCH	BIO	
EOL	0,43	0,44	0,37	0,37	0,40
FOTO	0,43	0,44	0,47	0,52	0,47
PCH	0,06	0,05	0,05	0,04	0,05
BIO	0,09	0,06	0,11	0,07	0,08

Alinhamento Regulatório					PML C5
C5	EOL	FOTO	PCH	BIO	
EOL	0,51	0,52	0,45	0,53	0,51
FOTO	0,26	0,26	0,27	0,27	0,26
PCH	0,10	0,09	0,09	0,07	0,09
BIO	0,13	0,13	0,18	0,13	0,14

Fonte: elaborado pelo autor.

De acordo com Trevizano e Freitas (2005), o método de decisão por multicritérios busca auxiliar o gestor na determinação de uma solução (alternativa) mais satisfatória na solução de problemas. Segundo SAATY (2001), de posse das PMLs é possível realizar o próximo passo para a aplicação do método que consiste na verificação da Prioridade Global, que será discutida na subseção 4.4.1.

Antes de passar para a próxima seção, no entanto, em relação às PMLs obtidas, o Gráfico 12 a seguir mostra o conjunto de todos os resultados.

Gráfico 12: PML sob perspectiva de todos os critérios

Fonte: elaborado pelo autor.

É possível perceber que não existe uma alternativa que seja melhor do que as demais globalmente. Em termos do método AHP, a solução mais satisfatória é obtida a partir do cálculo da prioridade média global, cujos resultados serão apresentados na próxima subseção.

4.4 Resultados da Aplicação do AHP

O resultado da aplicação do método AHP para esta pesquisa foi o vetor de Prioridade Global. Este vetor representa, para o problema proposto, a porcentagem indicativa dentre as alternativas apresentadas.

Após a demonstração da obtenção do vetor resultante é apresentada a validação das matrizes de julgamento utilizadas nesta pesquisa.

4.4.1 Prioridade Média Global

Para o cálculo da Prioridade Média Global (PG), é necessária uma combinação entre as PMLs com o vetor de prioridades global. O vetor de prioridade local é definido pela comparação entre os critérios sob a perspectiva do objetivo global e é um passo intermediário necessário para fazer a execução da ordenação obtida pela hierarquia definida. Os elementos da PG representam, dessa forma, os desempenhos das alternativas sob a perspectiva do objetivo global.

O vetor de prioridade global foi obtido a partir da resposta do questionário ilustrada como se segue:

Figura 17: Identificação da Importância dos Critérios

Número de participantes: 24

	Imprescindível		Muito Relevante		Importante		Considerado		Pouco Relevante	
	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%
Disponibilidade de Recurso Energético	14x	58,33	8x	33,33	1x	4,17	1x	4,17	-	-
Rentabilidade (Investimento x Retorno Esperado)	9x	37,50	11x	45,83	4x	16,67	-	-	-	-
Impacto Ambiental	5x	20,83	11x	45,83	6x	25,00	2x	8,33	-	-
Domínio da Tecnologia	4x	16,67	2x	8,33	12x	50,00	5x	20,83	-	-
Alinhamento Regulatório	10x	41,67	7x	29,17	6x	25,00	1x	4,17	-	-

Fonte: resultado das respostas de questão do 2º questionário elaborado pelo autor.

Como resultado obtido destas respostas, se elaborou a matriz de julgamento dos critérios em relação ao objetivo global.

Tabela 24: Matriz de Julgamento dos Critérios sob o Objetivo

<i>Global</i>	C1	C2	C3	C4	C5
C1	1	2	5	7	3
C2	1/2	1	2	5	3
C3	1/5	1/2	1	5	1/2
C4	1/7	1/5	1/5	1	1/3
C5	1/3	1/3	2	3	1

Fonte: elaborado pelo autor.

O processo do cálculo da PML é o mesmo aplicado nessa matriz e se tem por resultado o vetor de prioridade global, ilustrado na Tabela 25:

Tabela 25: Matriz Normalizada e Vetor de Prioridade Global

<i>Global</i>	C1	C2	C3	C4	C5	VPG
C1	0,46	0,50	0,49	0,33	0,38	0,43
C2	0,23	0,25	0,20	0,24	0,38	0,26
C3	0,09	0,12	0,10	0,24	0,06	0,12
C4	0,07	0,05	0,02	0,05	0,04	0,05
C5	0,15	0,08	0,20	0,14	0,13	0,14

Fonte: elaborado pelo autor.

Dessa forma, é possível determinar a PG. Para isso se realiza a agregação de pesos sobre a hierarquia para cada escolha da decisão. Assim, multiplica-se o peso através do caminho, desde o topo da hierarquia, descendo até as escolhas da decisão, e então, efetua a

soma dos produtos de todos os diferentes caminhos da escolha da decisão. O resultado é um único valor de peso para cada critério relacionado à decisão.

Para maior facilidade de compreensão do próximo passo segue a ilustração do vetor de prioridade global (VPG):

Obj. Global	C1	C2	C3	C4	C5
	0,43	0,26	0,12	0,05	0,14

O próximo cálculo representa a PG para todas as alternativas e o caminho demonstrado é: o somatório da multiplicação das prioridades dos critérios em relação ao objetivo global pela representatividade das alternativas sob o foco de cada um dos critérios.

Assim,

$$PG_{A1} = (0,43 \times 0,51 + 0,26 \times 0,52 + 0,12 \times 0,10 + 0,05 \times 0,40 + 0,14 \times 0,51) = \mathbf{0,46}$$

$$PG_{A2} = (0,43 \times 0,24 + 0,26 \times 0,07 + 0,12 \times 0,06 + 0,05 \times 0,47 + 0,14 \times 0,26) = \mathbf{0,19}$$

$$PG_{A3} = (0,43 \times 0,17 + 0,26 \times 0,29 + 0,12 \times 0,55 + 0,05 \times 0,05 + 0,14 \times 0,09) = \mathbf{0,23}$$

$$PG_{A4} = (0,43 \times 0,08 + 0,26 \times 0,12 + 0,12 \times 0,29 + 0,05 \times 0,08 + 0,14 \times 0,14) = \mathbf{0,12}$$

Para todas as alternativas o cálculo se repete alterando apenas os valores que competem à representatividade das alternativas sob o foco dos critérios. O vetor das prioridades globais das alternativas é:

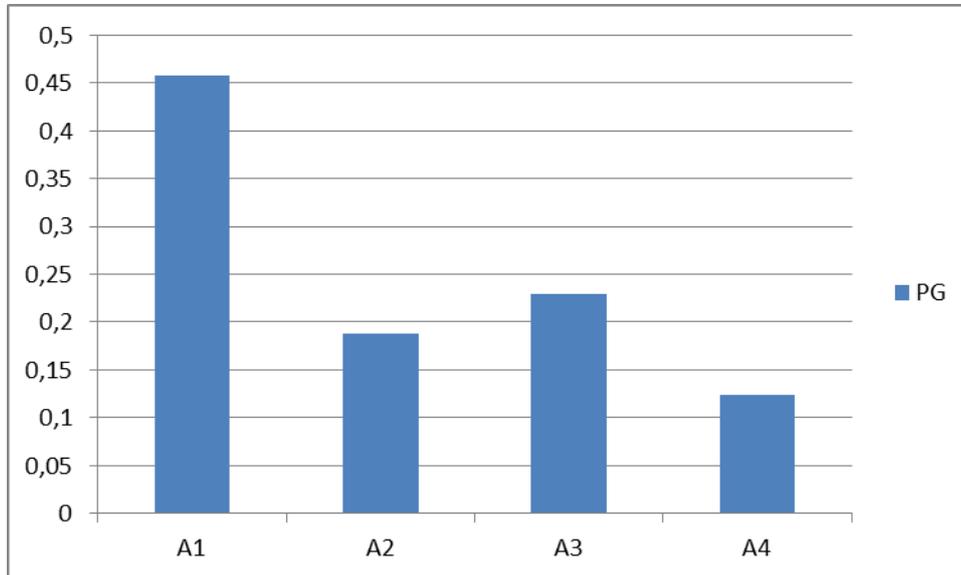
	A1	A2	A3	A4
PG	0,46	0,19	0,23	0,12

Esse valor representa a Prioridade Global para o problema específico. É importante salientar que esse resultado teve por embasamento as respostas obtidas nos questionários, e a análise para a elaboração das matrizes de julgamento se realizou sob a perspectiva do autor dessa pesquisa.

A análise e julgamento das respostas obtidas, no entanto, é passível de alteração e permite a elaboração de novas matrizes de julgamento, o que permitiria a realização de outros cálculos e, conseqüentemente, obtenção de novos resultados. Para o gestor, no entanto, a alteração desses dados não pode ser feita de maneira manual, como foi utilizado para esta pesquisa. Isso demandaria tempo além do delimitado para o escopo de tomada de decisões e assim a utilização de uma ferramenta que provê essas alterações pode ser uma alternativa importante a ser considerada.

A representação gráfica do total apurado, ou da Prioridade Global obtida é ilustrada pelo Gráfico 13 a seguir:

Gráfico 13: Prioridade Global



Fonte: elaborado pelo autor.

O último passo descrito é a avaliação da consistência das matrizes. Avaliação esta, importante para a validação das matrizes de julgamentos obtidas.

4.4.2 Consistência das Matrizes de Julgamento

Quando se realiza julgamentos de valor é frequente se deparar com avaliações inconsistentes. Para se identificar essas situações, Saaty (1990, 2001) propõe procedimentos de avaliação da consistência das matrizes de julgamento. O cálculo de consistência é um passo fundamental na aplicação do método AHP. A opção de trazê-lo por último na apresentação da aplicação do método é ilustrativa e não supõe que deva ser o último passo, ao contrário, uma vez que as matrizes de julgamento são identificadas já é possível verificar a consistência das mesmas.

O índice de consistência (IC) pode ser obtido pela equação citada anteriormente:

$$IC = \frac{|\lambda_{\max} - N|}{N - 1}$$

Utilizando o mesmo critério dos exemplos anteriores, o cálculo de consistência da matriz de julgamento das alternativas em relação à C1 é assim obtido:

- Multiplicam-se os elementos da matriz de julgamento pelo vetor de prioridade média local referente ao critério em questão. Ao que se refere à matriz sob o julgamento de C1, o resultado é apresentado na Matriz A':

$$A' = \begin{bmatrix} 0,51 & 0,71 & 0,52 & 0,39 \\ 0,17 & 0,24 & 0,34 & 0,23 \\ 0,17 & 0,12 & 0,17 & 0,23 \\ 0,10 & 0,08 & 0,06 & 0,08 \end{bmatrix}$$

Segue então o cálculo do maior autovalor referente à essa matriz de julgamento. A soma das linhas da matriz anterior gera um novo vetor C.

C
2,13
0,99
0,70
0,32

Cada elemento desse vetor, por sua vez é dividido pelo PML correspondente à matriz sob o C1, identificado anteriormente e resulta no vetor D.

D
4,17
4,15
4,04
4,06

O autovalor (λ_{\max}) é o somatório dos elementos do vetor D dividido pela ordem da matriz, neste caso 4.

$$\lambda_{\max} = (4,17 + 4,15 + 4,04 + 4,06) / 4 = \mathbf{4,10}$$

Pela fórmula do Índice de Consistência se obtém:

$$\mathbf{IC} = (\lambda_{\max} - N) / (N - 1) \quad \text{ou} \quad \mathbf{IC} = (4,10 - 4) / (4 - 1) = \mathbf{0,035}$$

Com a posse do índice de consistência se realiza o último cálculo para verificar o grau de inconsistência da matriz. Para isso é necessário a utilização da matriz de índices de consistência randômicos fornecido pela definição de Saaty (2001).

Tabela 26: Índice de Consistência Randômico

Ordem da Matriz (n)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Valores de IR	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51

Fonte: adaptação de Saaty (2001).

O cálculo da razão de consistência para cada uma das matrizes de julgamento é representado por $RC = IC / IR$, onde a razão a ser encontrada (RC) é o resultado da divisão do índice de consistência obtido (IC) pelo índice randômico correspondente à ordem da matriz (IR), no caso 0,9.

Se obtém o seguinte resultado por estes cálculos:

$$RC = 0,035 / 0,09 = \mathbf{0,039}$$

Saaty define que para se considerar os julgamentos adequados, sem a necessidade de se refazer as matrizes, deve-se encontrar o $RC \leq 0,10$. Se porventura o RC for maior que o valor estipulado, é necessário se repetir a elaboração das matrizes de julgamento. Para o exemplo da matriz de julgamento das alternativas sob o critério C1, fica demonstrado que sua inconsistência está dentro do valor de aceitação estipulado.

A inconsistência aqui calculada é o fator matemático utilizado para se determinar se os julgamentos realizados entre os elementos que compõem as matrizes estão em níveis acertados. Uma vez que o gestor considera um elemento mais relevante que outro, na matriz a representação deve ser recíproca, e caso o segundo seja mais relevante que um terceiro, por exemplo, o primeiro necessariamente deve prevalecer também sobre este último. Muitas vezes, no entanto, sob o foco de algum determinado critério, o gestor pode não se lembrar dessa ordem, principalmente se um número grande de elementos estiver envolvido no processo de julgamento. Logo, a realização deste cálculo tem o intuito de averiguar a procedência adequada da realização dos elementos e, caso seja superior a estipulada máxima, é necessária a revisão sobre a matriz de julgamento. No caso desta pesquisa, o número de elementos envolvidos é baixo, 5 critérios, 4 alternativas o que gera matrizes relativamente pequenas e de fácil observação de adequação de valores. Mas a medida que o número de elementos envolvidos cresce, a precisão da matriz precisa ser avaliada e para isso se utiliza o cálculo da Razão de Consistência mencionada acima.

Para todas as matrizes foram realizados estes mesmos cálculos e apenas para o critério 'Impacto Ambiental' foi necessário se refazer os julgamentos. Por solicitar a consideração invertida de valores, houve a necessidade de alterar a disposição dos julgamentos para se adequar a matriz relativa a este julgamento.

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os processos decisórios das concessionárias energéticas possuem características específicas e são regulamentadas por normas e resoluções governamentais. Além disso, ao se pensar em geração de energia elétrica é importante verificar fatores como custo, tempo de implantação dos centros ou locais de geração e os índices de produção de resíduos e de emissão de gases nocivos na atmosfera. O tempo de implantação e a estimativa de capacidade de geração são de grande relevância para novos empreendimentos que visam atingir a demanda esperada de consumo. As práticas de gestão da informação e do conhecimento, assim como a classificação e uso da informação se tornam imprescindíveis para a elaboração e manutenção de um cenário estratégico para as organizações. São, inclusive, prerrogativas para a competitividade em um mercado onde as principais informações setoriais são públicas e disponíveis em meios eletrônicos de rápido acesso.

A definição de um modelo informacional é fator determinante para a correta estruturação de um problema identificado. Como primeiro resultado obtido dessa pesquisa foi muito satisfatório a elaboração gráfica do processo decisório que concerne às concessionárias energéticas. Por essa representação não se pode dizer, no entanto, que seja a representação da totalidade dos processos envolvidos. Representa apenas parte do processo relacionado às decisões do setor de Planejamento e Desenvolvimento (P&D). A complexidade da organização como um todo não foi parte integrante do escopo. A reconhecida dificuldade de acesso às informações relativas às organizações como um todo para uma esquematização mais fidedigna do processo decisório de determinada concessionária de energia elétrica pode ser considerado como uma premissa da delimitação deste modelo.

Mesmo para um escopo restrito a um setor específico, é imprescindível a identificação correta das fontes de informação, do fluxo informacional e das opções de cenários a serem apresentadas aos gestores. Isto permite um julgamento mais adequado sobre as alternativas e conseqüentemente maior aceitação sobre o resultado final. Como mencionado, o modelo desenvolvido teve o intuito de representar os aspectos relacionados ao fluxo informacional inerente ao setor de Pesquisa e Desenvolvimento das concessionárias energéticas. Este modelo será apresentado em um trabalho de continuidade dessa pesquisa a grupos de gestores de concessionárias energéticas para a seleção de alternativas de fontes de geração de energia elétrica.

Assim, a análise dos estudos governamentais, principalmente os desenvolvidos pelo MME, por meio da EPE e as publicações da ANEEL forneceram o insumo informacional necessário para a conclusão da etapa que diz respeito à definição dos critérios e alternativas a serem empregados no método AHP.

A aplicação do método AHP foi de grande usabilidade e se mostrou viável para solucionar problemas estratégicos. Uma quantidade considerável de métodos multicritérios já tem sido empregada em trabalhos acadêmicos, mas a notoriedade de aplicação de um método novo para uma área do conhecimento como a Gestão da Informação e do Conhecimento estabelece um marco que pode ser de grande retorno intelectual e promissor para aplicações em organizações de diferentes nichos de mercado. A estrutura hierárquica definida pela metodologia AHP se demonstrou flexível e adaptável às diversas situações, permitindo a inclusão ou exclusão de critérios, subcritérios e alternativas. Para a determinação dos critérios e alternativas os estudos relacionados à gestão da informação, principalmente em organizações demonstra a capacidade de exploração desse método para diferentes aplicações e pesquisas futuras.

O dimensionamento das matrizes de julgamento dependerá de recursos de tecnologia da informação, como um aplicativo ou recurso computacional, específico, mas também é aplicável a organizações de menor porte, podendo ser até realizado de forma manual como trazido nessa pesquisa.

Recomenda-se, no entanto, para qualquer área a se fazer uso do método, que sejam explorados os processos de negociação e compreensão da realidade do setor estratégico organizacional além da busca pelo consenso entre os gestores, pois o AHP requer dos atores envolvidos um maior conhecimento sobre as questões inerentes ao problema. O conhecimento das variáveis, por sua vez, compele os indivíduos à análise dos aspectos mais relevantes, desenvolvendo uma visão global do problema e conduzindo a uma decisão única e consensual.

O aprofundamento do estudo sobre o método escolhido é aceitável e recomendável para o caso de se elaborar um *software* que seja específico para a realidade de um setor estratégico. No entanto, a compreensão dos conceitos matemáticos envolvidos gerou um resultado bastante promissor e, uma vez consolidados, pode-se optar por se iniciar um estudo futuro a partir do que aqui já foi alcançado. Muito dos recursos empregados para a elaboração dessa pesquisa tendem a serem aproveitados, senão em sua totalidade, a maioria e assim determinar um ponto de extrema importância para o setor estratégico a qual se destine o produto na forma de recurso computacional, principalmente.

O contato realizado com pessoas diretamente envolvidas com os setores estratégicos foi de suma importância para o crescimento pessoal do autor e para os envolvidos com essa pesquisa. Além disso, o interesse por parte dos gestores é sensível para resultados factíveis e realizáveis, de fundamentação prática e empírica, de trabalhos acadêmicos que tratem de problemas relacionados ao setor de energia no Brasil.

Quando se trata de tomada de decisão com multicritérios, a decisão final, mesmo após a aplicação de um método como o AHP, é passível de alteração. Por isso é necessário verificar a validade dos resultados, examinando se a representação sobre a melhor alternativa está de acordo com as opções selecionadas. Uma das formas de se realizar essa aferição já é fornecida pelo próprio método AHP, que define a verificação de consistência das matrizes de julgamentos. Se não estiver, a estrutura, os critérios e julgamentos do modelo devem ser reexaminados e, se necessário, modificados. Outra possibilidade é a adequação do modelo para uma visão diferente do problema.

No caso de empreendimentos voltados para a geração de energia elétrica no Brasil, percebe-se que as constantes alterações das regulamentações vigentes são uma preocupação das concessionárias energéticas e a adoção de um método que permita alterações significativas sobre os elementos envolvidos demonstra ser de grande viabilidade técnica. Apesar do risco das projeções dos planos elaborados pelas empresas governamentais serem aquém do esperado, esta se torna mais uma vantagem da adoção de um mecanismo apto a variações altas. Uma vez que determinada opção passe a ser considerada de alto risco ou de baixa valia para novos empreendimentos, o processo determinado pela aplicação do AHP pode resultar em diferentes opções com pouco retrabalho por parte do gestor.

A aplicação da metodologia do AHP, no entanto, apresenta algumas dificuldades como a opção verbal que represente fielmente a preferência do gestor o que permite gerar comparações redundantes e inconsistentes. Mais uma vez se torna imprescindível os processos descritos na gestão da informação e do conhecimento, principalmente sobre os processos descritos por Nonaka e Takeuchi (1997) e outros autores posteriores que ditam sobre a externalização e socialização do conhecimento. Como dito anteriormente, se existir um grande número de critérios e alternativas o volume de cálculos a serem empregados inviabiliza o trabalho manual além de dificultar em se manter a consistência nos julgamentos.

O emprego de uma quantidade relativamente baixa de critérios e de alternativas contribuiu para a compreensão dos aspectos matemáticos que envolvem o AHP, que era um dos objetivos específicos para a concretização desta pesquisa.

Por conseguinte, o modelo informacional proposto é complementado pela adoção de um mecanismo de mensuração apto à adequação de situações diversas. A utilização do AHP, por meio de uma solução computacional, pode representar um diferencial competitivo e pode permitir a interação de pessoas de diversas áreas, envolvidas na estratégia em questão tornando o cenário de decisão mais abrangente em relação à organização. O objetivo de uma nova etapa de pesquisa será a elaboração de um *software* ou recurso computacional

específico para a utilização do método AHP na realidade encontrada nas concessionárias energéticas e será destinado aos setores de P&D destas organizações.

A continuidade dessa pesquisa necessitará, contudo: revisão de fontes informacionais, por serem projeções governamentais, principalmente; ampliação ou adequação do modelo de referência informacional utilizado por meio de entrevistas pessoais com número considerável de gestores e pessoas envolvidas nos processos decisórios das concessionárias energéticas; escolha da plataforma de desenvolvimento além da especificação das necessidades informacionais também relacionadas a este tópico.

Apesar de existirem soluções computacionais disponíveis que fazem uso deste método, é esperada, com a continuidade da pesquisa, a realização de um estudo de aplicabilidade destas ferramentas e a destinação de sua utilização.

A apresentação desta aplicação voltada exclusivamente para o setor energético, que aborde os empreendimentos de geração de energia elétrica a partir das fontes renováveis alternativas, é a próxima etapa de consolidação do modelo informacional proposto e da execução desta proposta no formato de um estudo de caso.

Referências Bibliográficas

- BABBIE, E. **Métodos de Pesquisas de Survey**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2001.
- BARACHO, R. M. A.; BONATTI, R. A.; MATTOS, M. C. Modelo de apoio à decisão para empreendimentos do setor energético. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Ciência da Informação, 15, 2014, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte: UFMG, 2014.
- BOLDRINI, J. L. **Álgebra Linear**. 3. ed. - Harbra, São Paulo, 1986.
- BORTOLUZZI, S. C.; ENSSLIN, S. R.; ENSSLIN, L. Avaliação de desempenho multicritério como apoio à gestão de empresas: Aplicação em uma empresa de serviços. **Gestão & Produção**, v. 18, n. 3, p. 633-650, 2011.
- BRASIL. **Lei 9427**, de 26 de Dezembro de 1996. Institui a Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, disciplina o regime das concessões de serviços públicos de energia elétrica. Ministério de Minas e Energia, 1996.
- BRASIL. **Decreto n.2.335**, de 6 de Outubro de 1997. Constitui a Agência Nacional de Energia Elétrica –ANEEL. Ministério da Administração Federal e Reforma do Estado; Ministério de Minas e Energia, 1997.
- BRASIL. **Portaria MME n.349**, de 2 de Novembro de 1997. Aprova o regimento interno da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL. Ministério de Minas e Energia, 1997.
- BRASIL. **Lei n.9.991**, de 24 de Julho de 2000. Dispõe sobre realização de investimentos em pesquisa e desenvolvimento e em eficiência energética. Ministério da Ciência e Tecnologia; Ministério de Minas e Energia, 2000.
- BRASIL. **Lei n.12.783**, de 11 de Janeiro de 2013. Dispõe sobre as concessões de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, sobre a redução dos encargos. Advocacia Geral da União; Ministério da Fazenda; Ministério de Minas e Energia, 2013.
- BRASIL, Ministério de Minas e Energia, Empresa de Pesquisa Energética. **Plano Decenal de Expansão de Energia 2022**. Brasília: MME / EPE, 2013.
- BRASIL, Empresa de Pesquisa Energética. **Balanco Energético Nacional 2013**: ano base 2012. Rio de Janeiro: EPE, 2013.
- BUKOWITZ, W; WILLIAMS, R. **Manual de Gestão do Conhecimento**. Porto Alegre: Editora Bookman, 2002.
- CASTRO, N. J *et al.* O Equilíbrio Dinâmico e as Condições de Demanda e Oferta do Setor Elétrico Brasileiro. **Texto de Discussão do Setor Elétrico**, n.21, 31p. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, GESEL, jun. 2010. Disponível em: < <http://www.nuca.ie.ufrj.br/gesel/tdse/>>. Acesso em: 17 mar. 2014.
- CHIAVENATO, I.; SAPIRO, A. **Planejamento Estratégico**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.
- CHOO, Chun Wei. A organização do conhecimento: como as organizações usam a informação para criar significado, construir conhecimento e tomar decisões. São Paulo: Senac, 2003.
- COSTA, H. G. **Introdução ao método de análise hierárquica**: análise multicritério no auxílio à decisão. Rio de Janeiro: Niterói, 2002.
- CRESWELL, J. W. **Research Design: qualitative, quantitative, and mixed method approaches**. Thousand Oaks: Sage Publications, 2003.
- DAVENPORT, T. H.; PRUSAK, L. **Conhecimento Empresarial**. Rio de Janeiro: Elsevier, 1998.

DUTRA, C. C.; FOGLIATTO, F. S. Operacionalização do processo analítico hierárquico usando matrizes incompletas de comparações pareadas. In: XXXIX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, Fortaleza. Anais eletrônicos... Fortaleza: SBPO, 2007.

EMSHOFF, J.R.; SAATY, T.L. **Applications of the analytic hierarchy process to long range planning processes**. European Journal of Operational Research, Amsterdam, v.10, p.131-143, 1982.

FERNANDINO, J. A.; DE OLIVEIRA, J. L. **Arquiteturas organizacionais para a área de P&D em empresas do setor elétrico Brasileiro**. Revista de Administração Contemporânea - RAC, v. 14, n. 6, p. 1073-1093, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-65552010000700006&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em: 3 abr. 2014.

FRANCISCHINI, P.G.; BARBARÁN, G.C. Proposição de um indicador geral de desempenho utilizando AHP. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 23, 2003, Ouro Preto. **Anais...** Ouro Preto: ABEPRO, 2003. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2003_tr0115_1413.pdf>. Acesso em: 19 maio 2014.

FIGUEIREDO, A.; GARTNER, I.R. Planejamento de ações de gestão pela qualidade e produtividade em transporte urbano, In: TRANSPORTE EM TRANSFORMAÇÃO II. São Paulo, Makron, 1999.

GARTNER, I.R.; CASAROTTO FILHO, N.; KOPITCKE, B.H. **Um sistema multicriterial de apoio à análise de projetos em bancos de desenvolvimento**. Revista Produto & Produção, CEREPBR, Porto Alegre, v.2, n.3, p.75-86, 1998.

GIL, A.C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 1994. 207p.

JAMIL, G. L. **Gestão de Informação e do Conhecimento em Empresas Brasileiras: estudo de múltiplos casos**. Belo Horizonte: C/ Arte, 2006.

KOTLER, P. **Administração de Marketing: análise, planejamento, implementação e controle**. São Paulo: Atlas, 1992.

KWASNICKA, E. L. **Introdução à Administração: uma visão sistêmica**. São Paulo: Atlas, 2007.

MARCONI, M.A.; LAKATOS, E.M. **Fundamentos de Metodologia Científica**. São Paulo: Atlas, 2010.

MARTINS, G. A.; THEÓPHILO, C. R. **Metodologia da investigação científica para ciências sociais aplicadas**. São Paulo: Atlas, 2009.

MENDOZA, G. A.; MACOUN, P.; PRABHU, R.; SUKADRI, D.; PURNOMO, H.; HARTANTO, H. **Guidelines for applying multi-criteria analysis to de assessment of criteria and indicators**. Jacarta: Center for International Forestry Research, 1999.

NONAKA, K; TAKEUCHI, H. **Criação do conhecimento na empresa**. Rio de Janeiro: Elsevier, 1997.

OLIVEIRA, D. P. R. **Planejamento estratégico: conceitos, metodologia e práticas**. São Paulo: Atlas, 2006.

PEREIRA, F. M. **Uso de Fontes de Informação: Um estudo em micro e pequenas empresas de consultoria de Belo Horizonte**. Dissertação. ECI / UFMG. 2006 143 p.

PEREIRA, F. M. Modelo Integrativo – Comportamento Informacional para Decisões Estratégicas: estudo de caso em MPEs mineiras. In: Encontro Nacional de Ciência da Informação e Biblioteconomia, Santa Catarina. **Anais...** Florianópolis: ENANCIB, 2013.

- PROBST, G.; RAUB, S.; ROMHARDT, K. **Gestão do conhecimento: os elementos construtivos do sucesso**. Porto Alegre: Bookman, 2002.
- PORTER, M. E. **Competitive strategy: Techniques for analyzing industries and competitors**. Free Press New York, 1980.
- PORTER, M. E. *What is strategy?* In: Harvard Business Review, n.74, v.6. p. 61-78. 1996.
- PORTER, M. E. *The five competitive forces that shape strategy*. In: Harvard Business Review, n.86, v1. P. 78–97, 2008.
- QUEIROZ, G. C. Uma metodologia para tomada de decisão combinando princípios do PIR (Planejamento Integrado de Recursos Energéticos) e critérios de estudos de impactos ambientais. **Revista Brasileira de Energia**, V.8, n.2, 2001. Disponível em: <<http://www.sbpe.org.br/rbe/revista/17/>>. Acesso em: 21 dez. 2013.
- RAFAELI, L.; MÜLLER, C. J. Estruturação de um índice consolidado de desempenho utilizando o AHP. **Gestão & Produção**, Universidade Federal de São Carlos, v.14, n.2, p.363-377, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_pdf&pid=S0104-530X2007000200013&lng=en&nrm=iso&tling=pt>. Acesso em: 10 jun. 2014.
- RICHARDSON, R. **Pesquisa social: métodos e técnicas**. 3 ed. São Paulo: Atlas, 2007.
- SAATY, T. L. *How to Make a Decision: the analytic hierarchy process*. **European Journal of Operational Research**, Amsterdam, V.48, Ed.1, p.9-26, 1990. Disponível em:<<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0377221790900571>>. Acesso em: 26 Maio 2014.
- SAATY, T. L.; VARGAS, L. G. **Models, Methods, Concepts & Applications of The Analytic Hierarchy Process**. Boston: Kluwer Academic Publishers. 2001.
- SELLTIZ, C., JAHODA, M., DEUTSCH, C. **Métodos de pesquisa nas relações sociais**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1974.
- SILVA, L.; SERAFIM, L. E.; ESPALETA, A.. Os princípios e requisitos da inovação: estudo de caso 3M. In: RODRIGUEZ, M. V. R. **Gestão do conhecimento e inovação nas empresas**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2010.
- STEWART, Thomas A. **Capital intelectual: a nova vantagem competitiva das empresas**. 7.ed. Rio de Janeiro: Campus, 1998.
- STEINBRUCH, A., WINTERLE, P. **Álgebra Linear**. Makron Books do Brasil Editora Ltda, São Paulo, 1987.
- TARAPANOFF, K . Informação, conhecimento e Inteligência em corporações: relações e complementaridade. In:TARAPANOFF, K. Inteligência, Informação e Conhecimento em Corporações. Brasília: IBICT, UNESCO, 2006. P.19-35.
- TOLMASQUIM, M. T. Perspectivas e planejamento do setor energético no Brasil. **Estudos Avançados**, v. 26, n. 74, p.247-260, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142012000100017>. Acesso em: 14 Abril 2014.
- TREVIZANO, W. A.; FREITAS, A. L. P. Emprego do Método da Análise Hierárquica (A.H.P.) na seleção de Processadores. In: XXV Encontro Nac. de Engenharia de Produção – Porto Alegre, RS, Brasil, 29 out a 01 de nov. de 2005.
- TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à Pesquisa em Ciências Sociais: A pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 1992.

APÊNDICE A: Primeiro Questionário



Categorias e Parâmetros em processos decisórios do setor energético

Pesquisa Anônima sobre Gestão da Informação e Processos Decisórios do Setor Energético

Prezado,

este pequeno conjunto de questões será utilizado para fins acadêmicos e tem o intuito de melhor compreender o processo decisório de empreendimentos do setor energético.

Nenhum dado pessoal é colhido e/ou utilizado. Os demais dados serão dispostos como parte do resultado da dissertação a ser apresentada por mim, Rogério Amaral Bonatti. Assim espero que em breve retorne a vocês com essa pesquisa e os provelitos demonstrados nos resultados.

Dados Do Respondente (*nenhuma informação pessoal será armazenado e/ou incluso na pesquisa

Sobre a formação: *

Cargo atual:

Você trabalha diretamente com estratégia e novos empreendimentos para o setor energético? *

- sim
 não

Tempo de atuação no setor de EE: *

anos

Escolaridade: *

Por favor, escolha ...

Local de Formação (última) *

Por favor, escolha ...

Esta parte do questionário diz respeito à perspectiva da organização na qual esteja inserido: em uma empresa, uma instituição de ensino, por exemplo.

Perspectiva Organizacional *

	Uso Amplo por toda a Organização	Presente na Organização mas não utilizado no setor do respondente	Não é utilizado pela Organização
Utilização de Recursos de TI para processo decisório	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Realização de Pesquisas sobre produção de energia elétrica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Incentivo ao Compartilhamento de Conhecimento	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Utilização de Ambiente Público (Intranet, por exemplo) para considerações sobre novos empreendimentos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Seção sobre os documentos governamentais utilizados para embasamento do processo decisório

Documentos, Regulamentação e Fontes de Informações Governamentais *

	Amplamente Utilizado	Utilizado com Frequência	Utilização Eventual	Pouco Utilizado	Nunca Utilizado
Lei 9.991 / 2000 (Dispõe sobre pesquisa e desenvolvimento em eficiência energética)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Lei 12.783 / 2013 (Dispõe sobre concessões de energia elétrica, redução dos encargos setoriais e modicidade tarifária):	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Plano Decenal de Expansão de Energia (PDE):	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Balanco de Energia Útil (BEU):	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Balanco de Energia Nacional (BEN):	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Plano Nacional de Energia (PNE):	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Annual Energy Outlook (EIA):	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Congresso de Inovação Tecnológica em Energia Elétrica (CiteneI):	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Outra Fonte e sua representatividade: <input type="text"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

↓ +1

Categorias de Indicadores e Parâmetros em processos decisórios do setor energético

Avaliação das Categorias de Indicadores utilizados no Processo Decisório (Econômicos e do Setor Energético)

Indicadores Econômicos

Avalie a importância dos indicadores listados para novos empreendimentos

	Amplamente Utilizado	Utilizado com Frequência	Utilização Eventual	Pouco Utilizado	Nunca Utilizado
Crescimento Demográfico:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
PIB per Capita:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Consumo de Energia Elétrica (Inclui autoprodução):	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Consumo de EE per Capita:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Intensidade Elétrica do PIB (KWh/R\$):	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Outro Indicador e sua representatividade: <input type="text"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

↓ +1

Indicadores do Setor Energético

Avale a importância dos indicadores listados para novos empreendimentos

	Amplamente Utilizado	Utilizado com Frequência	Utilização Eventual	Pouco Utilizado	Nunca Utilizado
Carga de Energia (MW médio):	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Carga de Demanda:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Capacidade Instalada:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Estimativa de Investimentos / Benefícios:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Emissões de CO2:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Projeções de Consumo Total:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tipo de Fonte:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Outro indicador e sua representatividade:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="text"/>					

↓ +1

Parâmetros no Processo Decisório *

Avale a importância de cada parâmetro para o processo decisório de novos empreendimentos do Setor Energético

	Imprescindível para novos empreendimentos	Muito Importante	Importância Considerável	Pouco Importante	Não é considerado para novos empreendimentos
Disponibilidade de Recurso Energético:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Vocação da Empresa para Investimento na produção de EE a partir da fonte especificada:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Rentabilidade (Fontes de Financiamento e benefícios de Investimento):	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tipo de Fonte para o Novo Empreendimento (Renovável ou não, Tradicional / Alternativa):	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Impacto Ambiental:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Domínio da Tecnologia:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Alinhamento Regulatório:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Projeção da Imagem da Empresa (visibilidade):	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Outro Parâmetro e sua representatividade:	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<input type="text"/>					

↓ +1

Parâmetros no Processo Decisório

Adicione os valores por ordem de importância no processo de avaliação para novos empreendimentos (1 - Mais Importante; 2; ...; 7; 8 - Menos importante)

↓	<input type="text"/>	Disponibilidade de Recurso Energético:
↑	<input type="text"/>	Vocação da Empresa para Investimento na produção de EE a partir da fonte especificada:
↓	<input type="text"/>	Rentabilidade (Fontes de Financiamento e benefícios de Investimento):
↑	<input type="text"/>	Tipo de Fonte para o Novo Empreendimento (Renovável ou não, Tradicional / Alternativa):
↓	<input type="text"/>	Impacto Ambiental:
↑	<input type="text"/>	Domínio da Tecnologia:
↓	<input type="text"/>	Alinhamento Regulatório:
↑	<input type="text"/>	Projeção da Imagem da Empresa (visibilidade):

Conclusão e Agradecimento

Você estaria disposto a participar de outras fases da pesquisa sobre investimentos no setor de Energia Elétrica?

sim

não

Esta fase da pesquisa se conclui neste momento. Agradeço imensamente pelo tempo e atenção ao aceitar a responder as questões.

Espero que o trabalho traga bons frutos, para qualquer dúvida ou se quiser saber maiores informações sobre a pesquisa e seu andamento, envie um e-mail para rbonatti@gmail.com. Estarei disposto a responder todas questões relativas ao projeto.

Cordialmente,

Rogério Amaral Bonatti
Aluno de Mestrado do PPGCI / UFMG

» [Redirection to final page of Online Pesquisa](#) (alterar)

APÊNDICE B: Segundo Questionário



Crítérios e Alternativas para empreendimentos de Geração de Energia Elétrica

Página 1

Olá,

sou aluno de mestrado da Escola de Ciência da Informação, UFMG. Na linha Gestão da Informação e do Conhecimento procuramos compreender, entre outras coisas, os procedimentos que envolvem a tomada de decisão. Especificamente, este breve questionário tem o intuito de mensurar a importância relativa dos parâmetros e indicadores que envolvem o processo de decisão do Setor Energético, no que diz sobre a geração de energia elétrica a partir de fontes renováveis alternativas, principalmente.

Agradeço o dispêndio de seu tempo, caro respondente, e caso tenha interesse em saber mais sobre o conteúdo da pesquisa, por favor, envie um e-mail para: r_bonatti@yahoo.com.br. Ficarei feliz em partilhar o fruto deste e de outros trabalhos.

Atenciosamente,

Rogério Amaral Bonatti

Informações sobre atuação / tempo envolvido na área executiva em empresas do Setor Energético

Informe o tempo de atuação no Setor Energético (em anos): *

anos

Deste tempo de atuação, esteve envolvido em processos relacionados à tomada de decisões para empreendimentos de Geração de Energia Elétrica? *

Atuação como gestor / executivo em processos decisórios

- sim
 não

Indicadores e Parâmetros no processo decisório

Qual destes critérios são utilizados na Tomada de Decisão de novos empreendimentos? *

selecione os critérios que fazem parte do processo decisório

- Disponibilidade do recurso energético
- Rentabilidade (previsão de retorno)
- Impacto Ambiental
- Domínio da Tecnologia
- Alinhamento Regulatório
- Demanda de Mercado (indústria, comércio e sociedade)
- Se tiver algum critério que seja indispensável, por favor, informe:

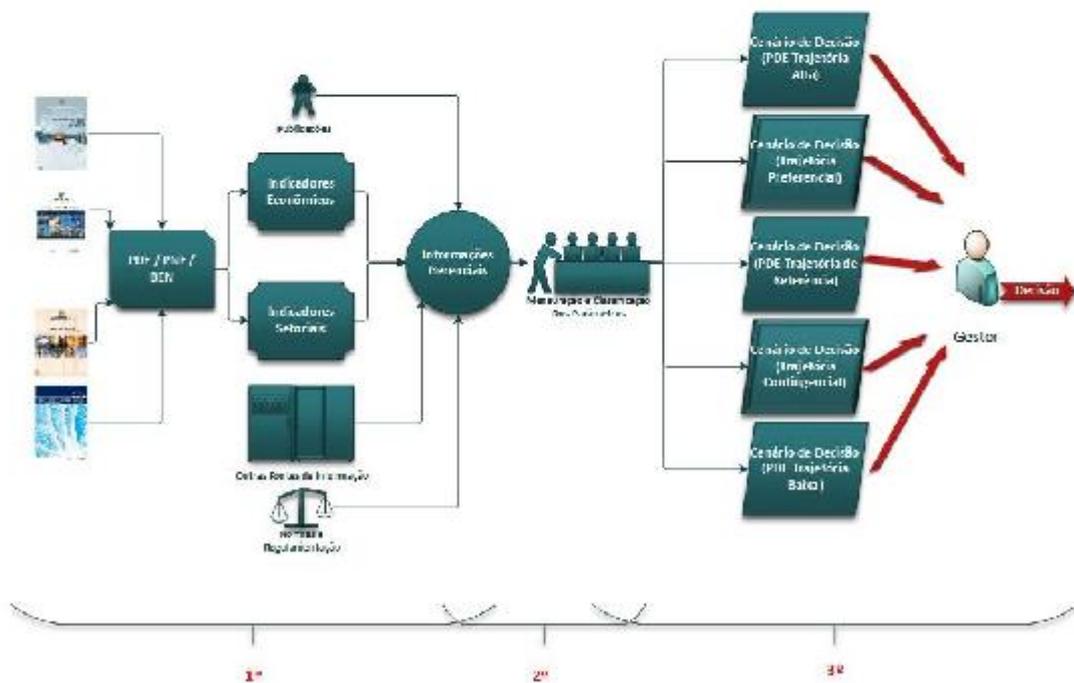
Para este trabalho estamos considerando os seguintes parâmetros económicos e indicativos do Setor Energético. Assinale aqueles que condizem com o processo decisório no setor energético. *

- Crescimento Demográfico
- PIB e PIB per Capita
- Consumo de Energia Elétrica (Inclui autoprodução)
- Consumo EE per Capita
- Intensidade Elétrica do PIB (Kwh/R\$)
- Carga de Energia (MW médio)
- Carga de Demanda
- Capacidade Instalada
- Emissão de Poluentes (CO2/KWh)
- Projeção de Consumo

Mensuração dos critérios utilizados

Observe o modelo de referência utilizado no trabalho, representado na figura abaixo. Ele possui três pontos identificados. O 1º diz respeito às fontes de informação envolvidas. O 2º ponto, é a proposta de mensuração dos indicadores e parâmetros que nos leva ao 3º ponto, que é a apresentação das opções aos gestores. O método de mensuração terá por base as respostas das próximas perguntas.

Apresentação do modelo utilizado de referência



Sobre a representação acima, a ordem estipulada está correta? Confirme ou altere a numeração correspondente abaixo: *

Pontos identificados (1º - Fontes e Uso da Informação / 2º Mensuração de Critérios e Parâmetros / 3º - Alternativas e Decisão (gestor(es)))

↑ Fontes e Uso da Informação

↓ Mensuração de Critérios e Parâmetros

↑ Alternativas e Decisão

Mensuração dos critérios utilizados - Parte II

Considere os critérios definidos anteriormente. Assinale a importância relativa entre os mesmos. Por favor, atente para a relevância em detrimento a todos os outros. *

Maior ou menor representatividade dos critérios para as tomadas de decisão no Setor Energético

	Imprescindível	Muito Relevante	Importante	Considerado	Pouco Relevante
Disponibilidade de Recurso Energético	<input type="checkbox"/>				
Rentabilidade (Investimento x Retorno Esperado)	<input type="checkbox"/>				
Impacto Ambiental	<input type="checkbox"/>				
Domínio da Tecnologia	<input type="checkbox"/>				
Alinhamento Regulatório	<input type="checkbox"/>				
Demanda de Mercado (Indústria, comércio e sociedade)	<input type="checkbox"/>				

Sob o foco do critério "Disponibilidade do Recurso Energético", avalie as fontes consideradas. *

Avaliações com mesmo valor representam equivalência entre as fontes.

	Mais Representativa	Bastante Representativa	Importante	Baixa Representatividade	Nula ou Insignificante
Fonte Eólica	<input type="checkbox"/>				
Fonte Fotovoltaica	<input type="checkbox"/>				
PCH	<input type="checkbox"/>				
Biomassa	<input type="checkbox"/>				

Sob o foco do critério "Rentabilidade", avalie as fontes consideradas. *

Avaliações com mesmo valor representam equivalência entre as fontes.

	Mais Representativa	Bastante Representativa	Importante	Baixa Representatividade	Nula ou Insignificante
Fonte Eólica	<input type="checkbox"/>				
Fonte Fotovoltaica	<input type="checkbox"/>				
PCH	<input type="checkbox"/>				
Biomassa	<input type="checkbox"/>				

Sob o foco do critério "Domínio da Tecnologia", avalie as fontes consideradas. *

Avaliações com mesmo valor representam equivalência entre as fontes.

	Mais Representativa	Bastante Representativa	Importante	Baixa Representatividade	Nula ou insignificante
Fonte Eólica	<input type="checkbox"/>				
Fonte Fotovoltaica	<input type="checkbox"/>				
PCH	<input type="checkbox"/>				
Biomassa	<input type="checkbox"/>				

...estamos quase. Últimas questões ainda sobre os critérios.

Sob o foco do critério "Impacto Ambiental" (considerar Negativamente, Maior Representatividade = Maior Impacto Negativo), avalie as fontes consideradas. *

Avaliações com mesmo valor representam equivalência entre as fontes.

	Mais Representativa	Bastante Representativa	Importante	Baixa Representatividade	Nula ou insignificante
Fonte Eólica	<input type="checkbox"/>				
Fonte Fotovoltaica	<input type="checkbox"/>				
PCH	<input type="checkbox"/>				
Biomassa	<input type="checkbox"/>				

Sob o foco do critério "Alinhamento Regulatório" (considerar a facilidade de obtenção de licença e uso), avalie as fontes consideradas. *

Avaliações com mesmo valor representam equivalência entre as fontes.

	Mais Representativa	Bastante Representativa	Importante	Baixa Representatividade	Nula ou insignificante
Fonte Eólica	<input type="checkbox"/>				
Fonte Fotovoltaica	<input type="checkbox"/>				
PCH	<input type="checkbox"/>				
Biomassa	<input type="checkbox"/>				

Caro respondente,

Finalizamos esse questionário e agradecemos sua importante participação. Me disponho, mais uma vez, esclarecer qualquer dúvida e ou para comentários, sugestões, envie um e-mail para r_bonatti@yahoo.com.br.

Obrigado.

» **Redirection to final page of Online Pesquisa**

ANEXO I: Definição da obrigatoriedade de investimento em pesquisas

LEI Nº 9.991, DE 24 DE JULHO DE 2000

Dispõe sobre realização de investimentos em pesquisa e desenvolvimento e em eficiência energética por parte das empresas concessionárias, permissionárias e autorizadas do setor de energia elétrica, e dá outras providências.

Nota:

Lei regulamentada pelo Decreto nº 3.867, de 16.07.2001.

O PRESIDENTE DA REPÚBLICA

Faço saber que o Congresso Nacional decreta e eu sanciono a seguinte Lei:

Art. 1º. As concessionárias e permissionárias de serviços públicos de distribuição de energia elétrica ficam obrigadas a aplicar, anualmente, o montante de, no mínimo, setenta e cinco centésimos por cento de sua receita operacional líquida em pesquisa e desenvolvimento do setor elétrico e, no mínimo, vinte e cinco centésimos por cento em programas de eficiência energética no uso final, observado o seguinte:

“I - até 31 de dezembro de 2010, os percentuais mínimos definidos no caput deste artigo serão de 0,50% (cinquenta centésimos por cento), tanto para pesquisa e desenvolvimento como para programas de eficiência energética na oferta e no uso final da energia”;

(Redação dada pela Lei nº 11.465, de 28.11.2007)

II - os montantes originados da aplicação do disposto neste artigo serão deduzidos daquele destinado aos programas de conservação e combate ao desperdício de energia, bem como de pesquisa e desenvolvimento tecnológico do setor elétrico, estabelecidos nos contratos de concessão e permissão de distribuição de energia elétrica celebrados até a data de publicação desta Lei;

“III - a partir de 1º de janeiro de 2011, para as concessionárias e permissionárias cuja energia vendida seja inferior a 1.000 (mil) GWh por ano, o percentual mínimo a ser aplicado em programas de eficiência energética no uso final poderá ser ampliado de 0,25% (vinte e cinco centésimos por cento) para até 0,50% (cinquenta centésimos por cento)”;

(Redação dada pela Lei nº 11.465, de 28.11.2007)

IV - para as concessionárias e permissionárias de que trata o inciso III, o percentual para aplicação em pesquisa e desenvolvimento será aquele necessário para complementar o montante total estabelecido no "caput" deste artigo, não devendo ser inferior a cinquenta centésimos por cento.

Art. 2º. As concessionárias de geração e empresas autorizadas à produção independente de energia elétrica ficam obrigadas a aplicar, anualmente, o montante de, no mínimo, 1% (um por cento) de sua receita operacional líquida em pesquisa e desenvolvimento do setor elétrico, excluindo-se, por isenção, as empresas que gerem energia exclusivamente a partir de instalações eólica, solar, biomassa, pequenas centrais hidrelétricas e cogeração qualificada, observado o seguinte:"

(Redação dada pela Lei nº 10.438, de 26.04.2002)

I - caso a empresa tenha celebrado, até a data de publicação desta Lei, contrato de concessão contendo cláusula de obrigatoriedade de aplicação de recursos em pesquisa e desenvolvimento tecnológico, prevalecerá o montante de aplicação ali estabelecido até 31 de dezembro de 2005;

II - caso a empresa tenha celebrado, até a data da publicação desta Lei, contrato de concessão sem obrigatoriedade de aplicação em pesquisa e desenvolvimento tecnológico, a obrigatoriedade de que trata o "caput" deste artigo passará a vigorar a partir de 1º de janeiro de 2006.

Art. 3º. As concessionárias de serviços públicos de transmissão de energia elétrica ficam obrigadas a aplicar, anualmente, o montante de, no mínimo, um por cento de sua receita operacional líquida em pesquisa e desenvolvimento do setor elétrico, observado o seguinte:

I - caso a empresa já tenha celebrado contrato de concessão, a obrigatoriedade de que trata o "caput" deste artigo passará a vigorar a partir da data da publicação desta Lei;

II - caso a empresa ainda não tenha celebrado contrato de concessão, a obrigatoriedade de que trata o "caput" deste artigo passará a vigorar a partir da data de assinatura do referido contrato.

Art. 4º. Os recursos para pesquisa e desenvolvimento, previstos nos artigos anteriores, deverão ser distribuídos da seguinte forma:

"I -40% (quarenta por cento) para o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - FNDCT, criado pelo Decreto-Lei nº 719, de 31 de julho de 1969, e restabelecido pela Lei nº 8.172, de 18 de janeiro de 1991;"

(Redação dada pela Lei nº 10.848, de 15.03.2004)

"II - 40% (quarenta por cento) para projetos de pesquisa e desenvolvimento, segundo regulamentos estabelecidos pela Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL;"

(Redação dada pela Lei nº 10.848, de 15.03.2004)

"III - 20% (vinte por cento) para o MME, a fim de custear os estudos e pesquisas de planejamento da expansão do sistema energético, bem como os de inventário e de viabilidade necessários ao aproveitamento dos potenciais hidrelétricos."

(Inciso regulamentado pelo Decreto nº 5.879 de 23.08.2006)

(Redação dada pela Lei nº 10.848, de 15.03.2004)

§ 1º Para os recursos referidos no inciso I, será criada categoria de programação específica no âmbito do FNDCT para aplicação no financiamento de programas e projetos de pesquisa científica e desenvolvimento tecnológico do setor elétrico, bem como na eficiência energética no uso final.

§ 2º Entre os programas e projetos de pesquisa científica e tecnológica do setor de energia elétrica, devem estar incluídos os que tratem da preservação do meio ambiente, da capacitação dos recursos humanos e do desenvolvimento tecnológico. Os recursos de que trata esta Lei serão aplicados da seguinte forma:

I - os investimentos em eficiência energética, previstos no art. 1º, serão aplicados de acordo com regulamentos estabelecidos pela ANEEL;

"II - no mínimo 30% (trinta por cento) dos recursos referidos nos incisos I, II e III do art. 4º desta Lei serão destinados a projetos desenvolvidos por instituições de pesquisa sediadas nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste, incluindo as respectivas áreas das Superintendências Regionais;"

(Redação dada pela Lei nº 10.848, de 15.03.2004)

III - as instituições de pesquisa e desenvolvimento receptoras de recursos deverão ser nacionais e reconhecidas pelo Ministério da Ciência e Tecnologia - MCT;

IV - as instituições de ensino superior deverão ser credenciadas junto ao Ministério da Educação - MEC.

Art. 6º. Será constituído, no âmbito do Ministério da Ciência e Tecnologia, que lhe prestará apoio técnico, administrativo e financeiro, Comitê Gestor com a finalidade de definir diretrizes gerais e plano anual de investimentos, acompanhar a implementação das ações e avaliar anualmente os resultados alcançados na aplicação dos recursos de que trata o inciso I do art. 4º desta Lei.

§ 1º O Comitê Gestor será composto pelos seguintes membros:

I - três representantes do Ministério da Ciência e Tecnologia, sendo um da Administração Central, que o presidirá, um do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq e um da Financiadora de Estudos e Projetos - FINEP;

II - um representante do Ministério de Minas e Energia;

III - um representante da ANEEL;

IV - dois representantes da comunidade científica e tecnológica;

V - dois representantes do setor produtivo.

§ 2º Os membros do Comitê Gestor a que se referem os incisos IV e V do § 1º terão mandato de dois anos, admitida uma recondução, devendo a primeira investidura ocorrer no prazo de até noventa dias a partir da publicação desta Lei.

§ 3º A participação no Comitê Gestor não será remunerada.

Art. 7º. Os recursos aplicados na forma desta Lei não poderão ser computados para os fins previstos na Lei nº 8.661, de 2 de junho de 1993.

Art. 8º. Não se aplica a este Fundo o disposto na Lei nº 9.530, de 10 de dezembro de 1997.

Art. 9º. Esta Lei entra em vigor na data de sua publicação.

Brasília, 24 de julho de 2000; 179º da Independência e 112º da República.

FERNANDO HENRIQUE CARDOSO

Rodolpho Tourinho Neto

Ronaldo Mota Sardenberg

Este texto não substitui o publicado no D.O. de 25.07.2000, seção 1, p. 1, v. 138, n. 142.