

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

**METODOLOGIA PARA AUXILIAR A TOMADA DE
DECISÃO GERENCIAL NA PRIORIZAÇÃO DE
INVESTIMENTOS PÚBLICOS EM RODOVIAS UTILIZANDO-
SE DA ANÁLISE MULTICRITÉRIO**

GUILHERME LUIZ BIANCO

ORIENTADOR: JOSÉ AUGUSTO ABREU SÁ FORTES

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM TRANSPORTES

**PUBLICAÇÃO: T. DM – 004/2016
BRASÍLIA/DF: 24 DE FEVEREIRO/2016**

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

**METODOLOGIA PARA AUXILIAR A TOMADA DE DECISÃO
GERENCIAL NA PRIORIZAÇÃO DE INVESTIMENTOS PÚBLICOS
EM RODOVIAS UTILIZANDO-SE DA ANÁLISE MULTICRITÉRIO**

GUILHERME LUIZ BIANCO

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

APROVADA POR:

**JOSÉ AUGUSTO ABREU SÁ FORTES, Doutor, (PPGT/UnB)
(ORIENTADOR)**

**SÉRGIO RONALDO GRANEMANN, Doutor, (PPGT/UnB)
(EXAMINADOR INTERNO I)**

**MARCELO BRUTO DA COSTA CORREIA, Doutor, (FGV)
(EXAMINADOR EXTERNO I)**

BRASÍLIA/DF, 24 de FEVEREIRO de 2016.

FOLHA CATALOGRÁFICA

BIANCO, GUILHERME LUIZ

Metodologia para auxiliar a Tomada de Decisão Gerencial na priorização de investimentos públicos em rodovias utilizando-se da Análise Multicritério. [Distrito Federal] 2016. xvii, 151p. 210 x 297 mm (ENC/FT/UnB, Mestre, Transportes, 2016).

Dissertação de Mestrado – Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia.

Departamento de Engenharia Civil e Ambiental.

- | | |
|--------------------------------|--|
| 1. Tomada de decisão gerencial | 2. Priorização de investimento |
| 3. Rodovias | 4. Análise Hierárquica de Processo (AHP) |
| I. ENC/FT/UnB II. | II. Título (série) |

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

BIANCO, G. L. (2016). Metodologia para auxiliar a Tomada de Decisão Gerencial na priorização de investimentos públicos em rodovias utilizando-se da Análise Multicritério. Publicação, Dissertação de Mestrado em Transportes, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 151 p.

CESSÃO DE DIREITOS

AUTOR: Guilherme Luiz Bianco

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: Metodologia para auxiliar a Tomada de Decisão Gerencial na priorização de investimentos públicos em rodovias utilizando-se da Análise Multicritério.

GRAU: Mestre ANO: 2016

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

Guilherme Luiz Bianco

guilhermebiancoeng@gmail.com

QMSW 4 LOTE 4, Ed. Monte Olímpo, apt. 145 – Sudoeste

70.680-412 Brasília - DF - Brasil

*“Dar o exemplo não é a melhor maneira
de influenciar os outros - é a única”.*

Albert Schweitzer

DEDICATÓRIA

A Deus, pelo milagre da vida.

A minha família Sueli, Luiz, Karoline e Arthur, pela compreensão nos momentos de ausência.

A minha namorada Bárbara, pelo amor e carinho eternos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela oportunidade de viver e proporcionar-me momentos tão maravilhosos.

Obrigado mãe e pai pela educação que me passaram, pelos conhecimentos que me ensinaram, pelo amor que deram e pelo suor dos seus trabalhos, proporcionando-me uma vida melhor. Amo vocês.

Bárbara, minha vida, minha amiga, minha companheira, enfim, meu amor. Agradeço-lhe pelo carinho que me deu durante esses nove anos, pela paciência, pelos momentos de alegria, pelo orgulho de estar ao seu lado e pelos ensinamentos que aprendi. Na verdade, não existem elogios que possam expressar seu caráter, dignidade e é claro, sua beleza. Saiba que ainda temos uma vida inteira para continuarmos dividindo nossos momentos de felicidade, amo-a! Linda, você é a melhor coisa que me aconteceu na vida. A melhor namorada do mundo.

Karol, obrigado por ser quem você é. Admiro-a desde que nasci. Agradeço-lhe pelos momentos engraçados que vivemos na nossa infância, pela amizade e amor.

Bruno, João Pedro e Arthur, meus cunhados e sobrinho. Suas presenças tornam minha vida mais feliz, são ótimos os momentos em que passamos juntos.

Ubirajara e Cleusa, obrigado pelos seus ensinamentos e momentos de alegria.

Obrigado ao PPGT e a UnB por me receberem nesses dois últimos anos e me darem a oportunidade de ser um Mestre em Planejamento de Transportes.

Prof. José Augusto, sua orientação foi essencial, dando-me segurança ao escrever esta dissertação. Suas opiniões conseguiram de fato moldar os objetivos deste trabalho. Tenho certeza de que esse nosso contato de orientador e orientado rompeu os limites da academia, tornando-se uma amizade duradoura.

Prof. Sérgio, primeiramente gostaria de agradecer por aceitar ser examinador da minha banca e saiba que sua contribuição foi importante para este trabalho. Além disso, saiba também que são professores como você que ajudam a melhorar a qualidade da educação. Suas aulas são excelentes.

Marcelo Bruto, fiquei muito feliz por você ter aceitado fazer parte da minha banca. Obrigado pelos ensinamentos desde que cheguei em Brasília e pela amizade construída nesses últimos anos.

Agradeço a todos os professores, colegas e funcionários do PPGT, em especial à professora Michelle que me acompanhou durante todo o trabalho, inclusive participando das bancas dos dois Seminários.

Obrigado SEPAC pelo aprendizado de cada dia. Maurício Muniz, Marcelo Fonseca, Fábio Freitas, Otto Burlier, Darlan Santos, Felipe Borim, Bruno Sad, Daniel Perini, Roger Pêgas, Cláudio Navarro, Anderson Moreno, Renato Rosenberg, Ian Guerreiro, João Hamú, Joana Habbema, Fernanda Amado, Eduardo Pereira, Celso Knijnik, Verônica Sanchez, Cidney Arantes, Wagner Sacco, Thiago Camelo, Cristiane Battiston, Thiago Ribeiro, Edson Macedo, Sérgio Nogueira, Lucas Gontijo, Ricardo Karam, Aílton Moura, Flávio Borges, Glenne Sousa, Adriana Amorim, Carlos Fernandes, Flávia Tavernard, Priscilla Mendes e Carol Sousa, todos vocês deixam meu dia a dia melhor.

Não tenho palavras para explicitar o quão importante foi a acolhida da família Cavalheiro na minha chegada em Brasília. Meus sinceros agradecimentos Iracema, César, Emiliano Henrique.

Agradeço também a todos os meus parentes, padrinhos e avó Eunice. Cito também aqui os amigos que surgiram durante toda a minha trajetória e com os quais vivi situações incríveis: Luiz Lima, Júlio Felipe, Thiago Telles, Murilo Marques, Guilherme de Paula, Marcos Stadler, Nader Bazzi, Bruno Minozzo, Rômulo Mell, Diogo Rigoni, Igor Henrique, Bruno Ferreira, Geovane Santos, Rafael Hespagnol, Marcello Vieira, Robert Sousa, André Primor, Rodrigo Ribeiro, Mauro Athayde e Leandro Fabril.

Por último, agradeço a todos os tomadores de decisão que participaram deste trabalho contribuindo com seus conhecimentos e ajudando-me a melhorar a qualidade do resultado final.

RESUMO

Este trabalho baseia-se na estreita relação entre a teoria de Tomada de Decisão Gerencial com a priorização de investimentos públicos em infraestrutura de transportes. Um dos objetivos é apresentar a real necessidade da sistematização dos processos no planejamento estratégico de transportes, a fim de aumentar os benefícios para a sociedade em relação à otimização do investimento público. Para isso utilizou-se da metodologia de Análise Multicritério por meio da ferramenta denominada AHP. Almejando a efetividade do processo e permitindo uma visão mais próxima do que ocorre na prática, o grupo de entrevistados restringiu-se aos verdadeiros tomadores de decisão da administração pública federal, no que concerne ao planejamento de transportes com visão de médio e longo prazos. A metodologia é suportada pela criação de uma hierarquia com critérios e subcritérios com suas respectivas pontuações, traduzindo fatores relevantes, os quais devem ser considerados durante o processo de tomada de decisão na priorização dos investimentos públicos. Com o intuito de qualificar o debate e mostrar a viabilidade dos argumentos propostos neste trabalho, aplicou-se a metodologia como estudo de caso na carteira de empreendimentos rodoviários do Programa de Aceleração do Crescimento – PAC. Com os resultados foram observados praticamente 50% de critérios e subcritérios diferentes dos levantados na literatura revisada, tais como: dificuldade de licenciamento e desapropriação, ligações internacionais, concentração de obras regionais e disponibilidade orçamentária/financeira. Portanto, resultando numa visão mais holística sobre o planejamento de transportes por meio da sensibilidade técnica-política dos decisores. Ao final descrevem-se pontos ainda não explorados, o impacto dos conceitos da teoria de Tomada de Decisão em relação aos processos decisórios e novas possíveis aplicações resultantes de cenários baseados em restrições. Enfim, demonstra-se que o investimento em infraestrutura é uma política pública estratégica e visa contribuir em sinergia tanto com o crescimento econômico sustentável quanto com o bem-estar social.

Palavras-chave: Tomada de Decisão Gerencial, Priorização de Investimentos, Rodovias, Análise Hierárquica de Processos, AHP

ABSTRACT

This paper is underpinned by the close relation between the Managerial Decision-Making theory and the prioritization of public investment in transport infrastructure. It aims to highlight the real need to systematize processes in the strategic planning of transport, to increase societal benefits in terms of optimizing public investment. To this end, the Multicriteria Analysis methodology was applied, using a tool named AHP. To ensure the effectiveness of the process and allow a closer insight into what happens in practice, the group of respondents was restricted to the real decision-makers in the federal government with respect to medium- and long-term planning of transport. The methodology draws on a hierarchy of criteria and sub-criteria and their respective scores, reflecting relevant factors which must be considered during the decision-making process to prioritize public investment. In order to qualify the debate and demonstrate the feasibility of the arguments proposed in this paper, a case study approach was adopted regarding the portfolio of the Growth Acceleration Program (PAC) road programs. The study noted that almost 50% of the criteria and sub-criteria analyzed were different from those uncovered in the literature reviewed, including: the difficulty of licensing and expropriation, international connections, the concentration of regional works and budget/financial availability. This therefore resulted in a more holistic view of transport planning through the technical and political sensitivity of decision-makers. Later, the study discusses: unexplored points, the impact of Decision-Making theory concepts on decision-making processes and new applications made possible due to restriction-based scenarios. Finally, it is demonstrated that investment in infrastructure is a strategic public policy aiming to contribute synergistically to both sustainable economic growth and social welfare.

Keywords: Managerial Decision-Making, Prioritization Investment, Highways, Analytic Hierarchy Process, AHP.

ÍNDICE

1.	INTRODUÇÃO	18
1.1.	DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA.....	20
1.2.	HIPÓTESE.....	21
1.3.	OBJETIVOS.....	22
1.4.	JUSTIFICATIVA.....	23
1.4.1.	INVESTIMENTO PÚBLICO EM INFRAESTRUTURA RODOVIÁRIA	24
1.4.2.	POR QUE A ESCOLHA DE ANÁLISE MULTICRITÉRIO NO PLANEJAMENTO DE INVESTIMENTOS.....	27
1.5.	MÉTODO DA PESQUISA.....	29
1.5.1.	ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	32
2.	REVISÃO DA LITERATURA.....	35
2.1.	TRABALHOS EXISTENTES	37
2.2.	ESTATÍSTICA DOS TRABALHOS.....	42
3.	TOMADA DE DECISÃO GERENCIAL.....	46
3.1.	DEFINIÇÃO DE DECISÃO.....	46
3.2.	ESCOLHA RACIONAL E RACIONALIDADE LIMITADA	47
3.2.1.	ESCOLHA RACIONAL.....	47
3.2.2.	RACIONALIDADE LIMITADA	48
3.3.	PROCESSOS DECISÓRIOS.....	49
3.4.	COMO OS JULGAMENTOS OCORREM.....	55
3.4.1.	SISTEMA 1 E SISTEMA 2	55
3.4.2.	LÓGICA DA ADEQUAÇÃO.....	56
3.4.3.	DECISÃO COM MÚLTIPLOS ATORES	57
3.4.4.	COALIZÕES E INSTABILIDADE DE PARTICIPAÇÃO	58
4.	CONTEXTUALIZAÇÃO TEÓRICA DO MÉTODO AHP.....	60

4.1.	CONSIDERAÇÕES TEÓRICAS SOBRE O AHP	60
4.2.	INFORMAÇÕES E NUANCES RELEVANTES	61
5.	APLICAÇÃO DO MÉTODO	64
5.1.	METODOLOGIA DE CÁLCULO DO AHP	64
5.2.	ESCOLHA DOS ESPECIALISTAS.....	68
5.3.	IDENTIFICAÇÃO DOS CRITÉRIOS E SUBCRITÉRIOS UTILIZADOS.....	71
5.4.	ESCOLHA DAS OBRAS A SEREM PRIORIZADAS	78
5.5.	DADOS DOS EMPREENDIMENTOS E ESCALAS DE AVALIAÇÃO	80
5.6.	JULGAMENTOS DOS ESPECIALISTAS	105
5.7.	EXPERT CHOICE.....	108
5.8.	APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	110
5.9.	CRIAÇÃO DO ÍNDICE DE ATRATIVIDADE	125
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES	129
6.1.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	129
6.2.	LIMITAÇÕES DO ESTUDO E RECOMENDAÇÕES FUTURAS	131
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	133
	APÊNDICE	138
	A – MAPAS DAS RODOVIAS.....	138
	B – RESULTADOS DOS JULGAMENTOS DOS SUBCRITÉRIOS DO GRUPO D	143
	C – PLANILHAS ENVIADAS PARA O JULGAMENTO DOS DECISORES	144
	D – INFORMAÇÕES ENVIADAS AOS DECISORES – ETAPAS 1 e 2	146

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 - Trabalhos relevantes no âmbito desta dissertação	38
Tabela 2.2 - Critérios Identificados.....	43
Tabela 2.3 - Subcritérios identificados.....	43
Tabela 2.4 - Critérios e subcritérios mais utilizados	44
Tabela 5.1 - Escala de comparação dos critérios	65
Tabela 5.2 - Índices randômicos do método AHP	67
Tabela 5.3 – Critérios identificados	73
Tabela 5.4 – Subcritérios identificados	74
Tabela 5.5 - Obras selecionadas.....	79
Tabela 5.6 - Exemplo da harmonização e normalização dos dados.....	82
Tabela 5.7 – Subdivisão do levantamento dos dados dos subcritérios.....	83
Tabela 5.8 – Dados sobre o custo do empreendimento.....	85
Tabela 5.9 – Dados sobre o custo de transportes de passageiros	86
Tabela 5.10 – Dados sobre o custo logístico	87
Tabela 5.11 – Dados sobre o nível atual de serviço da rodovia	88
Tabela 5.12 – Dados sobre o custo de transportes de passageiros	89
Tabela 5.13 – Dados sobre os eixos logísticos nacionais.....	90
Tabela 5.14 – Dados sobre as ligações internacionais	91
Tabela 5.15 – Dados sobre multimodalidade	92
Tabela 5.16 – Dados sobre impacto ao meio ambiente.....	93
Tabela 5.17 - Histórico de acidentes e mortes no local.....	94
Tabela 5.18 – Estatística de acidentes por estado	94
Tabela 5.19 – Dados sobre acidentes	95
Tabela 5.20 – Dados sobre população beneficiada	96
Tabela 5.21 – Dados sobre geração de empregos	97
Tabela 5.22 – Dados sobre concentração regional das obras.....	98
Tabela 5.23 – Dados sobre o prazo de conclusão de obra.....	99
Tabela 5.24 – Dados sobre pólos comerciais estratégicos	100
Tabela 5.25 – Dados sobre a dificuldade de licenciamento	101
Tabela 5.26 – Dados sobre a dificuldade de desapropriação	102
Tabela 5.27 – Dados sobre a complexidade técnica de engenharia	103
Tabela 5.28 – Dotações orçamentárias das obras.....	104

Tabela 5.29 – Dados sobre a disponibilidade orçamentária / financeira.....	104
Tabela 5.30 – Exemplo do preenchimento pelos decisores	106
Tabela 5.31 – Razões de consistência dos julgamentos	111
Tabela 5.32 – Consistência geral de cada grupo de decisores	111
Tabela 5.33 – Pesos locais e globais dos critérios e subcritérios	119
Tabela 5.34 – Pontuações resultantes da análise dos grupos	123
Tabela 5.35 – Alternativas definidas em ordem de prioridade	123
Tabela 5.36 – Símbolos dos pesos globais e dos valores normalizados	127

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1- Estrutura da metodologia.....	31
Figura 1.2 – Estrutura da dissertação	33
Figura 1.3 - Nuvem de palavras	34
Figura 3.1 - Limitações de informação no âmbito das decisões organizacionais	49
Figura 3.2 - Elementos presentes num processo decisório.....	50
Figura 3.3 - Esquema representativo sobre a metodologia sintética para abordagem de problemas	52
Figura 5.1 - Representação do método AHP	66
Figura 5.2 - Origem institucional dos tomadores de decisão	70
Figura 5.3 - Fluxo de Informação da decisão.....	70
Figura 5.4 – Etapas para o estabelecimento da hierarquia	72
Figura 5.5 – Hierarquia final	77
Figura 5.6 - BR-222/CE	80
Figura 5.7 – Exemplo de preenchimento dos julgamentos no <i>expert choice</i>	106
Figura 5.8 – Hierarquia exibida pelo <i>expert choice</i>	109
Figura 5.9 – Estruturação da hierarquia no <i>expert choice</i>	109
Figura A.1 - BR-101/BA.....	138
Figura A.2 - BR-470/SC.....	139
Figura A.3 - BR-392/RS.....	140
Figura A.4 - BR-163/PR.....	141
Figura A.5 - BR-381/MG	141
Figura A.6 - BR-235/BA - parte 1.....	142
Figura A.7 - BR-235/BA - parte 2.....	142
Figura B.1 - Resultados dos julgamentos dos subcritérios do grupo D	143
Figura C.1 - Planilhas enviadas para o julgamento dos decisores	145

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1.1 Histórico de investimentos nos setores de infraestrutura em relação ao PIB (valores em % PIB)	25
Gráfico 1.2- Investimentos públicos e privados no setor rodoviário (2002-2013)	26
Gráfico 2.1 - Prioridade entre critérios - resultados do grupo governamental	40
Gráfico 2.2 - Prioridade entre critérios - resultados do grupo não governamental	40
Gráfico 2.3 - Quantitativo observado de critérios e subcritérios.....	42
Gráfico 2.4 - Proporção de subcritérios dentro de um critério.....	44
Gráfico 5.1 – Resultado do julgamento do grupo A para a matriz de critérios.....	117
Gráfico 5.2 – Resultado do julgamento do grupo D para a matriz de critérios.....	117
Gráfico 5.3 – Resultado do julgamento do grupo E para a matriz de critérios	117
Gráfico 5.4 – Resultado do julgamento do grupo F para a matriz de critérios	118
Gráfico 5.5 – Resultado do julgamento do grupo G para a matriz de critérios.....	118
Gráfico 5.6 – Priorização das alternativas de acordo com o grupo A	121
Gráfico 5.7 – Priorização das alternativas de acordo com o grupo D	121
Gráfico 5.8 – Priorização das alternativas de acordo com o grupo E	121
Gráfico 5.9 – Priorização das alternativas de acordo com o grupo F.....	122
Gráfico 5.10 – Priorização das alternativas de acordo com o grupo G	122

LISTA DE SÍMBOLOS, NOMENCLATURA E ABREVIACÕES

AHP – Análise Hierárquica de Processos - *Analytic Hierarchy Process*

AM – Análise Multicritério

ANPET – Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes

ANTAQ – Agência Nacional de Transportes Aquaviários

APL – Arranjos Produtivos Locais

APP – Área de Preservação Permanente

BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento

CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CC – Casa Civil – Presidência da República

CEO – Diretor Executivo - *Chief Executive Officer*

COPPE – Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia

DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte

EC – *Expert Choice*

EIA – Estudo de Impacto Ambiental

EVTEA – Estudo de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

LABTRANS – Laboratório de Transportes e Logística

LI – Licença de Instalação

LOA – Lei Orçamentária Anual

LP – Licença Prévia

MF – Ministério da Fazenda

MPOG – Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão

MT – Ministério dos Transportes

OAE – Obra de Arte Especial

OBAPL – Observatório Brasileiro de Arranjos Produtivos Locais

OGU – Orçamento Geral da União

PAC – Programa de Aceleração do Crescimento

PIB – Produto Interno Bruto

PIL – Programa de Investimento em Logística

PNLI – Plano Nacional de Logística Integrada

PNLP – Plano Nacional de Logística Portuária

PNLT – Plano Nacional de Logística e Transporte

PPA – Plano Plurianual

PPGT – Programa de Pós-Graduação em Transportes

PRF – Polícia Rodoviária Federal

RAS – Relatório Ambiental Simplificado

RDC – Regime Diferenciado de Contratações Públicas

RIMA – Relatório do Impacto Ambiental

SEPAC – Secretaria do Programa de Aceleração do Crescimento

SIFRECA – Sistema de Informações de Fretes

SNV – Sistema Nacional de Viação

SOBRATEMA - Associação Brasileira de Tecnologia para Construção e Manutenção

TIR – Taxa Interna de Retorno

UF – Unidade de Federação

UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro

UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina

UnB – Universidade de Brasília

VMD – Volume Médio Diário

WB – *World Bank*

WEF – *World Economic Forum*

1. INTRODUÇÃO

O Brasil como 7ª potência econômica mundial ainda está muito aquém da real necessidade em relação à infraestrutura de transportes. De acordo com o *World Bank* (2014), o Brasil ocupa a 65ª posição no que diz respeito à eficiência da cadeia de transportes.

Sabe-se que os custos de transporte impactam significativamente sobre os fluxos comerciais, criando em muitos casos uma concorrência desleal para a economia, tanto no âmbito dos fluxos internos regionais quanto nas exportações.

Campos Neto (2014) compartilha o pensamento que retrata a infraestrutura de transportes como importante condutora de crescimento e desenvolvimento econômico e social. Contudo, no panorama brasileiro, a falta de disponibilidade dos modos de transporte resulta em baixa competitividade dos produtos e serviços, principalmente em comparação com a realidade internacional.

Do ponto de vista do Ministério da Fazenda (2013), os investimentos em infraestrutura no país são de grande importância, devido ao seu elevado efeito multiplicador, redução dos custos de produtos em geral, integração de novos mercados e a complementaridade das relações entre o público e o privado.

Conforme o *World Bank* (2012), os custos logísticos no Brasil chegam a representar cerca de 15% do PIB e mais da metade deste percentual é referente aos custos de transporte. Nos EUA, o custo logístico chega a ser 50% menor em função de altos investimentos no balanceamento da matriz de transportes e uma malha extremamente densa. Por exemplo, a densidade da malha rodoviária pavimentada norte-americana é cerca de 18 vezes maior que a brasileira.

Baseado nesses fatos, percebe-se o *gap* entre a infraestrutura brasileira ofertada e a demandada. Embora ainda em quantidade insuficiente, nos últimos anos o volume de recursos financeiros aportados teve ápices (Pinheiro *et. al.*, 2014), principalmente, em 2007, com a criação do Programa de Aceleração do Crescimento – PAC e, em 2012, a criação do Programa de Investimento em Logística - PIL.

No que concerne às rodovias, os investimentos do PAC são realizados com recursos públicos provenientes do Orçamento Geral da União (OGU) e em relação ao PIL os investimentos são privados, apesar de que parte dos recursos é financiada por bancos públicos. Percebendo-se um avanço recente e bastante significativo no que tange à visão do Estado em relação à alocação

do recurso público e também às estratégias de investimento. Almejando, assim, um objetivo mais amplo: o crescimento econômico sustentável.

Haja vista a necessidade de infraestrutura e limitação de recursos para investimento, principalmente em momentos de restrição fiscal, o primeiro passo do processo de planejamento é identificar e executar os empreendimentos que apresentem as melhores relações tanto econômicas e logísticas quanto sociais, ambientais e políticas.

Deste modo, nesta dissertação, insere-se um sistema de priorização, o qual objetiva a utilização dos recursos públicos de maneira efetiva, com o enfoque teórico em como realmente ocorre a tomada de decisão e quem são os *stakeholders* envolvidos.

Conforme Kuwahara (2008), metodologias que viabilizem a hierarquização dos diversos empreendimentos de infraestrutura requeridos pela sociedade são essenciais para a manutenção do equilíbrio socioeconômico e político das nações.

Muitos são os fatores e dúvidas que integram o suporte ao processo de decisão dos *stakeholders*, não sendo diferente no que se refere à infraestrutura rodoviária, visto as complicações com licenciamento ambiental, realização das desapropriações, determinação do prazo de execução e custos, procedimentos licitatórios e duelos ideológicos entre a Lei de Licitações nº 8.666/93 e a Lei que institui o Regime Diferenciado de Contratações Públicas - RDC, nº 12.462/11.

Portanto, esta dissertação tem como uma primeira proposta analisar os estudos já realizados sobre a utilização de Análise Multicritério para priorização de investimentos em rodovias brasileiras, investigar seus resultados assim como sua abordagem metodológica e os critérios de priorização utilizados.

O principal foco deste trabalho refere-se à escolha, pelos tomadores de decisão, dos critérios e subcritérios relevantes para a priorização de investimentos públicos em rodovias, assim como seus respectivos pesos (autovetores). Foi definido como grupo de estudo um conjunto de indivíduos denominados de tomadores de decisão, pois todos eles pertencem à cúpula da administração federal na área de planejamento de transportes.

Ademais, revela-se que os critérios e subcritérios são definidos pelos próprios entrevistados conforme Saaty (1991). Portanto devem surgir alguns critérios cruciais que ainda não foram abordados por outros trabalhos, os quais englobam a sensibilidade técnica-política dos *decision makers* na tomada de decisão gerencial.

Além disso, visando exemplificar a aplicação do método proposto, será composta uma priorização de sete projetos rodoviários pertencentes à carteira de empreendimentos do PAC de curto e médio prazo.

Cabe ressaltar que a metodologia de Análise Multicritério utilizada nesse documento por meio do *Analytic Hierarchy Process* (AHP) converge nas necessidades do poder público, devido à execução extremamente ágil e aos resultados eficientes, eficazes e efetivos.

Embora sua complexidade matemática seja relativamente simples e os *inputs* do método surjam a partir de julgamentos paritários básicos, a união entre a disseminação de informações pelos principais tomadores de decisão e seus próprios julgamentos consistentes devem apresentar resultados relativamente diferentes do que se observa na maioria dos documentos de planejamento de transportes.

É necessário atentar-se que a vasta maioria de trabalhos feitos sobre planejamento de transportes por consultorias privadas e até mesmo no âmbito da administração pública, expressa a priorização de investimentos numa ótica logística. Entretanto, esta dissertação vai além, pois o entendimento é de que o investimento em infraestrutura é um ato de política pública, sendo assim, o resultado será mais efetivo caso coexista sinergia com outras políticas públicas, relacionando com outros aspectos tão importantes quanto o logístico.

Fato é que além de serem ponderadas questões técnicas como a complexidade de engenharia, devem também constar como pontos essenciais os critérios: distribuição de recursos de maneira regionalizada, integração de regiões ainda não desenvolvidas, geração de empregos, custo logístico, entre outros. Aflorando-se a ideia de um planejamento mais holístico, contrapondo questões técnicas e políticas a todo momento, gerando otimização de recursos de maneira cada vez mais macro e gerencial, assim como disposto na teoria de tomada de decisão gerencial.

1.1. DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA

Segundo Campos Neto (2014), mesmo com a tendência crescente de investimentos em infraestrutura de transportes nos últimos anos, a mesma ainda se mostra insuficiente para suprir as carências logísticas do país em todas as modalidades de transporte, principalmente na modalidade rodoviária.

Em estudo do *World Economic Forum* (2011), realizado para a avaliação da competitividade global entre 142 países, foram analisados 12 critérios estratégicos denominados como os 12 pilares, sendo eles:

- I. instituições;
- II. infraestrutura;
- III. ambiente macroeconômico;
- IV. saúde e educação primária;
- V. ensino superior e formação;
- VI. eficiência do mercado de bens;
- VII. eficiência do mercado de trabalho;
- VIII. desenvolvimento do mercado financeiro;
- IX. prontidão tecnológica;
- X. tamanho do mercado;
- XI. sofisticação dos negócios; e
- XII. inovação.

No que concerne ao pilar 2, infraestrutura, concluiu-se que a qualidade da infraestrutura ferroviária brasileira estava na 91^a colocação, portuária na 130^a, aeroportuária na 122^a e a principal modalidade de transporte brasileira - a rodoviária - encontrava-se na 118^a posição, retratando uma realidade muito aquém da importância econômica mundial brasileira.

Deste modo, delimita-se o problema como: diante de uma demanda de investimentos de infraestrutura rodoviária tão abrangente e com disponibilidade de recursos limitada, como se deve priorizar os investimentos mais estratégicos? Quais critérios definiriam a realização de intervenções em determinadas rodovias mais estratégicos do que em outras?

1.2. HIPÓTESE

A pesquisa científica se inicia sempre com a colocação de um problema. O passo seguinte consiste em oferecer uma solução possível, mediante uma proposição, ou seja, uma expressão verbal suscetível a ser declarada verdadeira ou falsa. A essa preposição dá-se o nome de hipótese. Assim, a hipótese pode ser a solução testável que pode vir a ser a resolução do problema (Gil, 2002).

Ainda conforme o mesmo autor, muitas hipóteses são conceitualmente claras, mas são expressas em termos tão gerais e com objetivo tão pretensioso que não podem ser verificadas.

Partindo destas constatações criou-se a hipótese desse trabalho, objetivando constar de clareza, especificidade e relação com técnicas disponíveis, ficando expresso, assim:

A escolha e o julgamento dos critérios/subcritérios, sendo realizados pelos verdadeiros *decision makers* e somados ao *feeling* técnico-político dos mesmos, gerarão resultados ainda não explorados na literatura revisada, devido à inserção de julgamentos que traduzem expectativas, emoções, históricos, ideologias e sensações, ligados a escolhas tanto técnicas quanto políticas, permitindo uma ferramenta mais próxima da realidade para a definição e priorização das obras públicas de infraestrutura rodoviária.

1.3. OBJETIVOS

O objetivo geral desta dissertação é desenvolver uma metodologia de identificação e priorização de critérios/subcritérios importantes para que sejam utilizados como suporte durante o processo de tomada de decisão, no momento de planejamento - utilizando-se da função alocativa do Estado – a fim de otimizar os investimentos públicos em infraestrutura rodoviária.

Em busca de alcançar o objetivo aplicou-se método de *Analytic Hierarchy Process* (AHP), pois é um método de Análise Multicritério utilizado para fins diversificados na América do Norte, Europa, Ásia e América do Sul (Medaglia *et.al.*, 2008; Vargas, 2010; Manzini, 2012). Além disso é utilizado para decisões em vários níveis hierárquicos.

Estabelecido o objetivo geral, sequencialmente verificaram-se outras questões, definidas como objetivos específicos, quais são:

- Identificar e hierarquizar critérios e subcritérios relevantes para a priorização de investimento público em rodovias a partir da visão dos tomadores de decisão;
 - Mensurar quais são os pesos dos critérios e subcritérios em relação aos aspectos econômicos, sociais, ambientais, técnicos, logísticos, operacionais, políticos, entre outros;
 - Aplicar a metodologia do AHP numa amostra de sete empreendimentos rodoviários da carteira de empreendimentos do Programa de Aceleração do Crescimento;
- e

- Criar um índice de atratividade global de investimentos públicos em rodovias com base nas informações obtidas por meio dos dois primeiros objetivos específicos apresentados acima.

1.4. JUSTIFICATIVA

Em princípio, a justificativa desta dissertação possui dois grandes marcos, o primeiro demonstra a motivação do estudo no âmbito do investimento público em infraestrutura rodoviária e o segundo apresenta o porquê da utilização de Análise Multicritério no planejamento de investimentos.

No entanto, a principal justificativa é de que a abordagem proposta deve apresentar um raciocínio próximo ao que se pode observar na prática, por exemplo, a execução de algumas obras em detrimento de outras. Dado que os entrevistados que participam desta dissertação são os formuladores de políticas públicas no âmbito do planejamento de transporte federal.

Aliás, como já comentado anteriormente, a visão deste trabalho não é apenas focada em resultados logísticos, mas sim na maior quantidade possível de sinergias com outras políticas públicas que possam agregar ao resultado final, ou seja, crescimento econômico e bem-estar social.

Deste modo, cabe expressar de maneira clara quais são as contribuições desta dissertação. No que tange à academia, a contribuição científica deste documento é obter uma diretriz de priorização de investimento público em rodovias, baseando-se nas conclusões e resultados de literaturas anteriores somados a identificação dos critérios, subcritérios e realização dos julgamentos paritários pelos tomadores de decisão que participam realmente do processo de planejamento de investimentos em infraestrutura de transportes no âmbito federal. A metodologia representa uma visão mais abrangente sobre o tema, além da identificação e discussão de pontos ainda não explorados na academia.

No que concerne à sociedade, a contribuição desta dissertação é tentar apresentar maior transparência dos pontos relevantes na priorização de investimentos, aumentar o debate sobre como as decisões são tomadas e, sem dúvida, demonstrar aos *stakeholders* que esses processos de decisão devem ser sistematizados, gerando um resultado mais eficiente, eficaz e efetivo. Afinal, a otimização do gasto público acaba desonerando a população de mais impostos devido

à racionalização do gasto e melhora a qualidade de vida da sociedade, motivada por investimentos melhores planejados e conseqüentemente com maiores benefícios.

Por último, no que se refere à contribuição desta dissertação para o Programa de Pós-Graduação em Transportes, o documento em voga se adequa aos objetivos da linha de pesquisa em Planejamento de Transportes, ajudando a disseminar metodologias existentes além da *expertise* conquistada pelo Programa durante os últimos anos. Aliás, o assunto em questão também perpassa por outras linhas de pesquisa do Programa, devido à sua característica transversal e holística.

1.4.1. INVESTIMENTO PÚBLICO EM INFRAESTRUTURA RODOVIÁRIA

A partir da década de 80, verificou-se que a diminuição do nível de investimentos em infraestrutura de transportes ocasionou problemas no sistema em todo o Brasil. Devido a tal ocorrência, foram verificadas ineficiências, custos adicionais, perda de competitividade, aumento nos tempos das viagens, acidentes, dentre outros problemas (Ministério dos Transportes, 2011).

Frente às comparações internacionais no que se refere à infraestrutura de transportes, adicionado a uma maior análise temporal, especialistas do setor revelam que o investimento público em transportes no Brasil é baixo. Isso parece refletir uma combinação de problemas: a falta de prioridade dada ao investimento, em especial infraestrutura; a incapacidade de selecionar, preparar e contratar bons projetos de investimento; e a baixa capacidade gerencial dos órgãos públicos encarregados da execução dos investimentos (Pinheiro *et. al.*, 2014).

Entretanto, nos últimos anos, o desenvolvimento econômico do Brasil e o aumento do fluxo comercial fizeram com que aumentasse a discussão sobre a cadeia logística nacional. Frente à necessidade de investimentos tanto públicos quanto privados, percebe-se que o diálogo entre o público e o privado, está cada vez mais qualificado, haja vista as recentes concessões de aeroportos, rodovias e terminais portuários privados, assim como previsões de futuras concessões também em ferrovias.

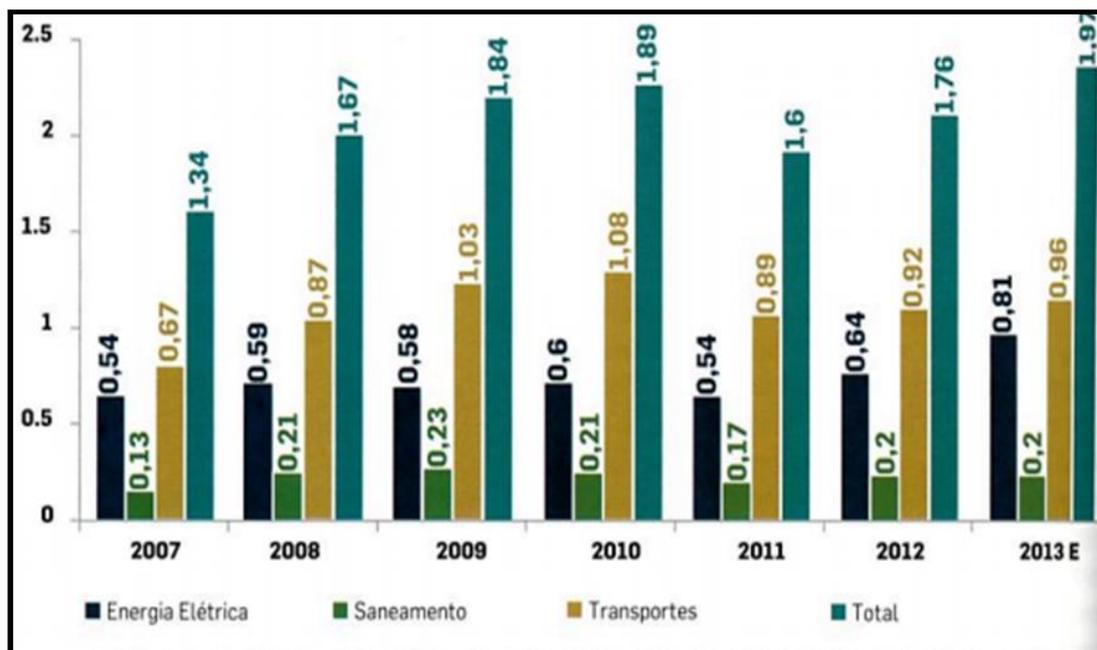
Diante da carência de infraestrutura de transportes e da falta de integração entre os modos, o governo federal vem fazendo esforços para reduzir os gargalos logísticos e permitir que as operações logísticas cheguem a um patamar superior de excelência.

Podem ser citados como exemplos, a criação de planos de Estado: o Plano Nacional de Logística e Transporte - PNLT, o Plano Nacional de Logística Portuária - PNLP e o Plano Nacional de Logística Integrada - PNLI.

De acordo com Pinheiro *et. al.* (2014), a falta de investimento transformou a infraestrutura em uma importante restrição ao crescimento, visto que há três décadas o investimento fica em torno de 2% do Produto Interno Bruto (PIB). Por outro lado, alguns dos concorrentes diretos no mercado internacional e países da América Latina investem de 4% a 8% do PIB.

A Associação Brasileira de Tecnologia para Construção e Manutenção (SOBRATEMA), apresentou um histórico de investimento em infraestrutura em relação ao PIB, conforme o gráfico 1.1.

Gráfico 1.1 Histórico de investimentos nos setores de infraestrutura em relação ao PIB (valores em % PIB)



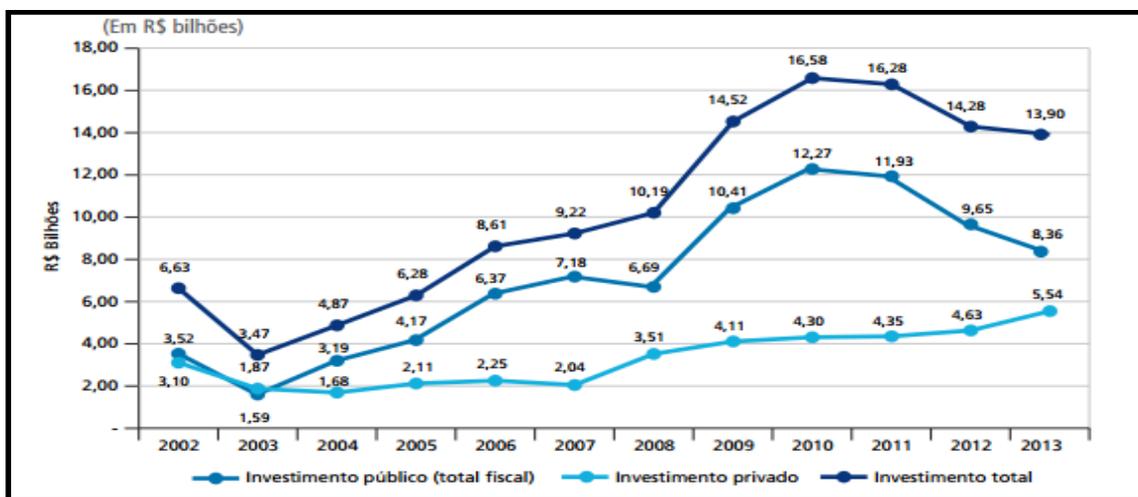
Fonte: SOBRATEMA, 2013

Nota-se que, mesmo com a melhora dos últimos anos, o investimento específico em infraestrutura de transportes está baixo. Tal investimento apresenta uma média de 0,92% do PIB entre 2007-13. Percebe-se, então, a real necessidade de criar soluções que tornem o investimento público cada vez mais eficiente.

Embora existam atrasos de alguns empreendimentos no PAC, não há de se negar que o programa avançou notoriamente em relação ao incentivo dos investimentos e ao planejamento

de infraestrutura de médio e longo prazos. No gráfico 1.2 é apresentada uma série história dos investimentos públicos e privados no setor rodoviário desde 2002.

Gráfico 1.2- Investimentos públicos e privados no setor rodoviário (2002-2013)



Fonte: Campos Neto, 2014

É bastante perceptível a inclinação no gráfico pós 2007, ou seja, pós-criação do PAC. Observa-se o auge no biênio 2010-2011, fruto do bom andamento físico financeiro de grandes obras rodoviárias. Mais além, nota-se um aumento de investimento privado em 2012 e 2013 (motivado principalmente pelo PIL) que tende a crescer e muito, visto que uma das premissas do PIL é a duplicação da malha viária concedida em cinco anos, ou seja, um enorme investimento previsto já para os primeiros anos após assinatura do contrato de concessão.

Todavia algo indesejável está ocorrendo, o investimento público vem diminuindo em uma tendência muito forte, não condizendo com a importância do setor para o crescimento brasileiro. Observando-se que no ano de 2010 o investimento público foi de R\$ 12,27 bilhões e em 2013 o montante correspondeu a R\$ 8,36 bilhões, uma redução drástica de 31,9%.

Feita uma retrospectiva sobre o histórico de investimentos e sua tendência, o planejamento de incentivo ao investimento perpassa por um critério de restrição bastante objetivo, no qual se define qual a melhor maneira de investir, se é com recursos públicos ou privados. Neste ponto, a constatação é simples, os recursos privados só serão aportados em rodovias caso sejam viáveis financeiramente por meio de atrativas taxas interna de retorno (TIR). Fato é que, em muitos casos, o investimento não é financeiramente viável e é nesse contexto que se espera a atuação do Estado por meio do aporte de recursos públicos.

Não está correto relacionar investimento público simplesmente com o retorno financeiro, existem outros pontos positivos mais relevantes do que esse retorno, como por exemplo: a integração e desenvolvimento regional, a mitigação de impactos ambientais, a redução de acidentes e vítimas fatais, a geração de empregos e a distribuição de renda por meio da distribuição regional dos recursos, entre outros.

Sendo assim, inicialmente conclui-se que o investimento público em infraestrutura sempre deverá existir, secundariamente que tal investimento precisa ser em altos patamares e, por último, que o planejamento pela otimização do gasto público e a melhor alocação do mesmo sempre será assunto para debates políticos, técnicos e acadêmicos.

1.4.2. POR QUE A ESCOLHA DE ANÁLISE MULTICRITÉRIO NO PLANEJAMENTO DE INVESTIMENTOS

Jannuzzi *et. al.* (2009), diz que a Análise Multicritério pode ter grande utilidade nos processos decisórios em Políticas Públicas, tendo em vista situações nas quais as decisões precisam se pautar por critérios técnicos, objetivos e transparentes, e visto também que a Análise Multicritério incorpora juízos de natureza política e preferências dos gestores públicos envolvidos.

Jannuzzi *et. al.* (2009), observam também a exigência de transparência e objetividade dos gestores na esfera pública, a Análise Multicritério cria uma organização dos processos coletivos de tomada de decisão, incorporando juízos subjetivos dos atores envolvidos e definindo escolhas consensuadas.

Afinal, o processo decisório, seja no setor público ou privado, deveria ser de natureza técnico-política e subsidiado por informações e parâmetros objetivos; ao passo que, fosse mediado pelo conhecimento, valores e apostas estratégicas dos decisores. Legitimados pela posição hierárquica nas empresas, no setor privado, ou pela delegação de poder de um gestor de maior hierarquia, escolhido pela população nas urnas.

Gomes *et. al.* (2012) ressaltam que nas decisões em grupo as preferências individuais podem ser combinadas de modo a resultar numa decisão em conjunto. Ou seja, neste raciocínio, a decisão em grupo é resultado de um intercâmbio de preferências entre os membros dos grupos do qual emana a negociação das propostas aceitáveis.

No contexto desta dissertação, entende-se que durante as decisões os indivíduos tendem a gerar preferências por investimentos que são mais conhecidos para eles. Deste modo, já começa a se perceber a utilidade da Análise Multicritério no planejamento do investimento, pois a ordenação dos empreendimentos é feita de forma indireta. O tomador de decisão avalia a importância de cada critério sem saber seu real efeito na hierarquização dos empreendimentos.

Um ponto crucial desse tipo de ferramenta teórica, segundo Gomes *et. al.* (2012), é que a decisão é objetiva, mesmo que os participantes venham a divergir nas avaliações, a decisão do grupo é objetiva e final. Pode se utilizar pesos para agregar valores das funções-objetivo em um único valor.

Santana (2004) justificou a utilização da Análise Multicritério no seu modelo de Sistema de Medição de Desempenho Logístico, por: se tratar de um método com baixa complexidade matemática; explicitar a realidade dos decisores; e ser difundido e aplicado para apoio à decisão atualmente no setor público e também no setor privado.

Qualquer processo que vise melhorar o planejamento, precisa primeiramente revisar a teoria e pesquisar na prática os fatores positivos e negativos que o formularam, assim como entender as potencialidades e restrições dos mesmos. Então, é de conhecimento de todos que o Estado possui extrema dificuldade em realizar/contratar bons estudos técnicos que englobem e inter-relacionem todos os quesitos envolvidos no processo de planejamento.

Historicamente, várias instituições dentro da administração pública contratam Estudos de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental (EVTEA), objetivando definir se o empreendimento estudado em questão é viável ou não. Porém, é sabido que grande parte dos EVTEA são de péssima qualidade e possuem diversas premissas que ocasionam inúmeros vieses no resultado final.

Ademais, o Estado possui – devido à sua estrutura burocrática - extrema dificuldade de comparar EVTEA feitos separadamente, ocasionando um obstáculo na tomada de decisão, pois conseguem listar quais seriam os empreendimentos viáveis. Contudo, não os conseguem listar numa ordem de prioridade, conseqüentemente, esse processo sofrerá várias distorções e as decisões nem sempre serão as mais efetivas. Portanto, é relevante a necessidade por metodologias que consigam avaliar projetos e compará-los aos outros, criando um *ranking*.

Frente ao apresentado e quando se questiona como realmente ocorrem as tomadas decisões, identifica-se que o *stakeholder* possui a capacidade intelectual limitada e o seu tempo é extremamente escasso (March, 2009).

Independente se é no setor privado ou público, visto a larga quantidade de informações oferecidas pelo avanço tecnológico, nota-se um ponto essencial que está presente em todas as tomadas de decisão de qual conteúdo e especificidade seja, a escassez do tempo do tomador de decisão.

Na iniciativa privada é extremamente comum um especialista possuir entre dez e quinze minutos para apresentar a ideia aos seus acionistas, buscando apoio financeiro para um novo projeto. Na administração pública, costumeiramente as reuniões são mais prolongadas e as variáveis discutidas não estão ligadas ao lucro e ao *market share*, como observado no setor privado. Na iniciativa pública existem diversas variáveis a serem consideradas e um sistema muito mais complexo de decisão.

1.5. MÉTODO DA PESQUISA

O método proposto nesta dissertação vislumbra demonstrar quais são os principais pontos identificados, a partir da observação de como realmente ocorre a tomada de decisão gerencial, no âmbito do planejamento estratégico de investimentos públicos em obras de infraestrutura rodoviária.

Sabendo-se que a pesquisa surge a partir de uma situação problema e pretende-se verificar a hipótese enunciada no item 1.2, optou-se por utilizar o método de abordagem hipotético-dedutivo.

De acordo com Gil (2002), em relação aos objetivos, a pesquisa pode ser separada em Exploratória, Descritiva e Explicativa. Para esta dissertação escolheu-se a Exploratória, a qual visa proporcionar maior familiaridade com o problema, objetivando torná-lo explícito ou a construir hipóteses. Envolve levantamento bibliográfico, entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado e análise de exemplos que estimulem a compreensão. Assume-se, em geral, as formas de Pesquisas Bibliográficas e Estudos de Caso.

Para investigar os objetivos propostos e a hipótese desta dissertação, a estrutura foi baseada em uma revisão sistemática da literatura (Santos *et. al.*, 2014) nos moldes da proposta redigida em

contato por meio de entrevistas e questionários aplicados em três etapas aos principais decisores na seara do Governo Federal, utilizando-se de técnicas de *brainstorming* e *brainwriting*.

Desta forma foi possível criar uma hierarquização dos critérios e subcritérios definidos como relevantes a serem analisados durante um processo de tomada de decisão na priorização de investimento público.

Ainda houve a necessidade da compilação e tratamento dos dados obtidos, excluindo *outliers* que poderiam influenciar negativamente no resultado final. Utilizou-se do *software Expert Choice* para a obtenção dos pesos de cada critério e subcritério e ao final realizou-se o cruzamento de dados e a lista de empreendimentos de maneira ranqueada.

Para melhor entendimento, segue abaixo a imagem identificando três grandes divisões (em rosa) e suas respectivas derivações.



Figura 1.1- Estrutura da metodologia

Fonte: o autor, 2015

1.5.1. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Para melhor representar a estrutura deste trabalho, exploram-se os temas essenciais para o entendimento da problemática em seis capítulos, conforme descritos e comentados abaixo:

O primeiro capítulo contempla a parte introdutória, na qual o tema da dissertação é contextualizado, relatando-se o cenário de investimentos em infraestrutura de transportes e sua influência na modalidade rodoviária. Há ainda a delimitação do problema inserido, a hipótese, o objetivo geral e os específicos, a justificativa, a metodologia e esta própria estruturação do corpo textual.

Já o segundo capítulo abrange a revisão bibliográfica, tendo como principal foco a análise detalhada dos trabalhos similares existentes, apresentando algumas críticas e potencialidades dos mesmos. Ainda nesse capítulo é exibida a maneira com que se buscou o levantamento teórico e suas bases de dados de origem; dentre essas bases destacam-se: UnB, PPGT, UFRJ/COPPE, UFSC, *Research Gate* e, principalmente, a base CAPES.

Sequencialmente é demonstrado o principal enfoque teórico do trabalho, a tomada de decisão gerencial, essência do terceiro capítulo. A visão neste capítulo concentra-se em explicar as várias maneiras que essas decisões deveriam ocorrer e como realmente elas ocorrem. Passando-se, então, a discutir sobre a escassez do tempo e a capacidade intelectual limitada do decisor, os interesses e expectativas envolvidas, o efeito do mais recente e a tendência de aceitar influência pessoal durante a tomada de decisões em grupo, esses dois últimos citados em Saaty (1991).

O quarto capítulo apresenta o método de Análise Multicritério denominado AHP. Aqui o método do AHP é explicado e detalhado desde sua base metodológica, conforme Saaty (1991), até suas diversas aplicações práticas.

No quinto capítulo é aplicado o método AHP num estudo de caso com enfoque e discussão mais detalhada na escolha dos tomadores de decisão, na estruturação hierárquica do problema, nos critérios utilizados e na escolha dos empreendimentos a serem priorizados. Por consequente, o final do capítulo 5 retrata análise e avaliação dos resultados de tal aplicação e as análises originadas de tais resultados.

Por fim, no sexto capítulo, apresentam-se as considerações finais da dissertação, as recomendações concluintes, as limitações do estudo e propostas de temas para os trabalhos futuros.

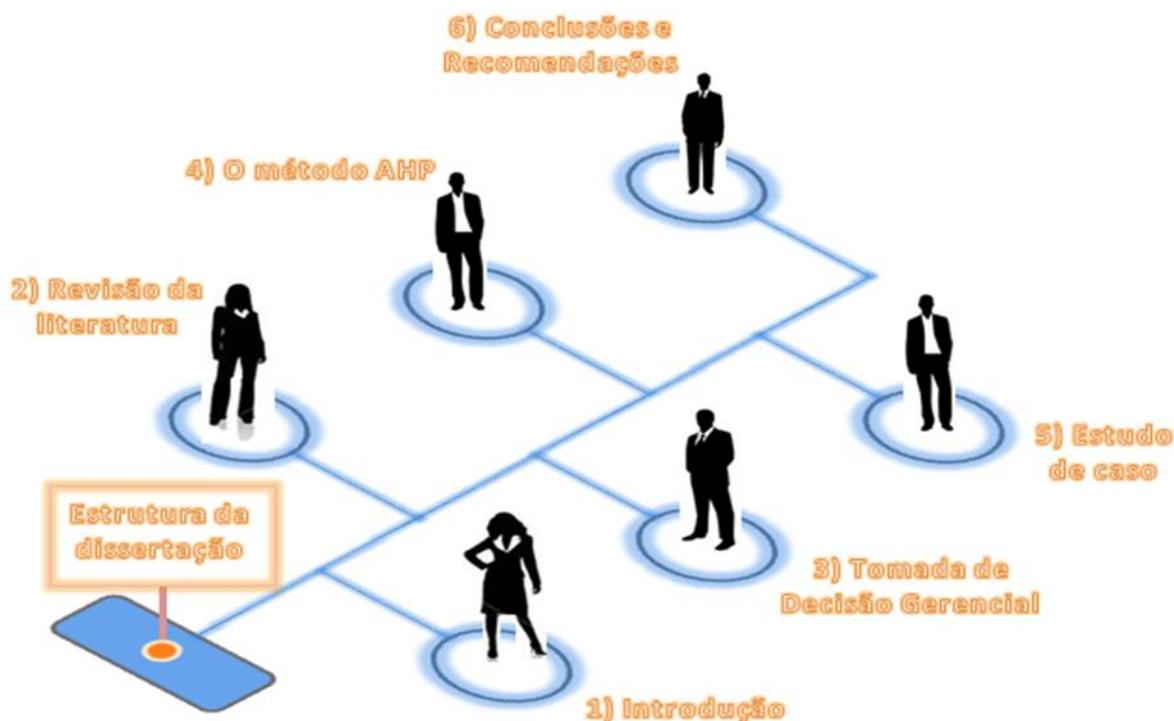


Figura 1.2 – Estrutura da dissertação

Fonte: o autor, 2015

Antes de iniciar a revisão de literatura e os capítulos consecutivos desta dissertação, apresenta-se uma nuvem de palavras, artifício amplamente utilizado em trabalhos publicitários devido à sua característica versátil e à visualização agradável, a qual busca demonstrar os principais assuntos abordados em um texto, por meio de uma imagem com as palavras mais repetidas no corpo textual.

A utilização dela está cada vez mais ganhando espaço em artigos acadêmicos. Vários trabalhos recentes apresentam essa ferramenta que vem sendo utilizada como apoio do resumo dos trabalhos.

Sendo assim, após toda a dissertação escrita, essa ferramenta forneceu o seguinte resultado:

2. REVISÃO DA LITERATURA

Para se obter uma bibliografia consistente e qualificada a fim de embasar esta dissertação, optou-se por pesquisar em diversas fontes como, por exemplo, a base de dados (*Web of Science e Science Direct*) na Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), acervos de universidades e também em redes sociais que compartilham trabalhos científicos, como é o caso do *Research Gate*.

Com o intuito de realizar a pesquisa de maneira objetiva, estabeleceram-se algumas palavras chaves para serem inseridas nos motores de busca dos sítios eletrônicos, tais como:

- ✓ “Priorização” e “Investimentos”;
- ✓ “Investimentos em Rodovias”;
- ✓ “Priorização* Investimentos*” e “Rodovias”;
- ✓ “Análise Multicritério”;
- ✓ “Rodovias” e “AHP”;
- ✓ “Tomada de decisão” e “investimentos”;
- ✓ “Transport Infrastructure”;
- ✓ “Prioritizing investment”;
- ✓ “Multicriteria analysis”;
- ✓ “Management decision-making”; e
- ✓ “La inversión en infraestructura”.

A pesquisa realizou-se pela combinação das palavras chaves citadas acima, tanto na língua portuguesa quanto inglesa e espanhola. Os resultados encontrados apresentam-se abaixo de maneira detalhada:

Na Universidade de Brasília (UnB) por meio do sítio eletrônico <http://www.bce.unb.br/>, após a inserção das palavras chaves, foram encontrados 1.273 documentos. Devido à grande quantidade de material detectado, realizou-se a pesquisa de maneira mais específica e encontrou-se cinquenta e dois resultados. Destes, apenas dois foram julgados como de interesse para esta dissertação.

A segunda busca, objetivando documentos acadêmicos, ocorreu no acervo do Programa de Pós-Graduação em Transportes (PPGT) da UnB, através do link <http://www.transportes.unb.br/teses-dissertacoes.php?id=1>. Neste caso, seis foram os trabalhos considerados relevantes à pesquisa, porém apenas um deles foi citado.

Além destes, buscou-se documentos publicados desde 2004 no Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia (COPPE), da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), destacando-se três, sendo que um deles foi identificado como de extrema relevância, intitulado como “Contribuição ao processo de priorização de investimentos em infraestrutura de transportes pelo uso de método de análise hierárquica”, o portal acessado foi <http://www.coppe.ufrj.br/ensino/teses.htm>.

Ainda no âmbito de busca nos acervos das Universidades, foi realizada a busca no sítio eletrônico <http://www.labtrans.ufsc.br/pt-br/publicacoes/>, pertencente ao Laboratório de Transportes e Logística (LABTRANS) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Neste caso, em específico, dois trabalhos serviram de apoio e aprimoramento para esta dissertação.

Os últimos dezenove volumes publicados pela Associação de Pesquisa e Ensino em Transportes (ANPET), a partir de 2009, também foram analisados. Embora observados artigos qualificados, somente um foi citado.

Por último, contudo não menos relevante, atentou-se para a busca de material de outros países, utilizando-se para tal o *Google Acadêmico* e a rede denominada *Research Gate*, acessados por meio <https://scholar.google.com.br> e <https://www.researchgate.net>, respectivamente. Nestas últimas pesquisas foram identificados oito documentos, publicados em sua totalidade em inglês ou português.

No que concerne ao embasamento em livros, destacam-se: o Método de Análise Hierárquica (Saaty, 1991); Tomada de Decisão Gerencial – Enfoque Multicritério (Gomes *et. al.*, 2012); Rápido e Devagar: Duas formas de pensar (Kahneman, 2012); Como as Decisões Realmente Acontecem – Princípios da Tomada de Decisão (March, 2010); e Gargalos e Soluções em Infraestrutura de Transportes (Pinheiro *et. al.*, 2014).

Assim sendo, o referencial teórico desta dissertação foi embasado principalmente nos trabalhos citados acima, acrescentados de outros pontuais encontrados nos bancos de outras universidades.

Formou-se um embasamento equilibrado entre artigos, dissertações, teses e livros. Para concluir, ressalta-se que ocorreram pesquisas em documentos disponibilizados pelo Ministério dos Transportes, Ministério da Fazenda e Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão.

2.1. TRABALHOS EXISTENTES

Especificamente, neste momento, a fim de realçar a relevância desta dissertação e o contexto em que ela se insere, serão apresentados e comentados alguns trabalhos similares nacionais e outros internacionais.

Deste modo, ficará explícito, como já dito em outros parágrafos, a vasta aplicação da Análise Multicritério em processos de tomada de decisão, assim como também aplicações em estudos de casos com objetivos semelhantes ao deste em voga.

Após o levantamento de bibliografia identificaram-se documentos científicos como: A Priorização de Investimentos em Infraestrutura de Transportes de Cargas no Brasil (Mendes, 2009); A Categorização de Gargalos de uma Cadeia Logística de Transporte da Safra Agrícola (Capdeville, 2010); O Planejamento Integrado do Transporte de Carga da Amazônia (Kuwahara, 2008); A Priorização de Investimentos Rodoviários em Minas Gerais (Furtado, 2014); A Contribuição ao Processo de Investimentos em Infraestrutura de Transportes (Rabello Quadros, 2014); A Análise Multicritério e Tomada de Decisão em Políticas Públicas (Jannuzzi *et. al.*, 2009).

No contexto internacional foram observados alguns trabalhos, como: *A Multiobjective Model for the Selection and Timing of Public Enterprise Projects* (Medaglia *et.al.*, 2008); *A Top-Down Approach and a Decision Support System for the Design and Management of Logistic Networks* (Manzini, 2012); *Transport infrastructure: Investment and planning. Policy and research aspects* (Short *et. al.*, 2005); *Comparing the Output of Cost Benefit and Multi-Criteria Analysis: an Application to Urban Transport Investments* (Tudela *et.al.*, 2006) e *Using the Analytic Hierarchy Process (AHP) to Select And Prioritize Projects in a Portfolio* (Vargas, 2010).

Frente ao exposto e em busca da convergência deste estudo, foram pinçados - devido às semelhanças - os cinco principais estudos nacionais visando um maior detalhamento do conteúdo apresentado e dos resultados obtidos por ambos. Logo, foi possível identificar algumas tendências, equívocos, concordâncias e assuntos timidamente abordados, possibilitando janelas para avanços em pesquisas.

A escolha de detalhar apenas os estudos nacionais é porque todos refletem a realidade brasileira no sentido de que ainda é preciso construir uma infraestrutura básica, pois nossos problemas estão voltados à falta de infraestrutura, falta de multimodalidade, falta de manutenção, entre outros. Os estudos internacionais possuem uma visão mais avançada, onde as discussões estão

voltadas para plataformas multisincromodais, gerenciamento da cadeira logística de transportes, priorização baseada em políticas, entre outros.

Portanto, nos próximos parágrafos será abordada uma visão sobre esses documentos científicos. Abaixo, segue uma tabela, organizada por ordem temporal, contendo informações básicas dos cinco principais estudos nacionais:

Tabela 2.1 - Trabalhos relevantes no âmbito desta dissertação

Título	Autor	Instituição	Documento	Ano
PLANEJAMENTO INTEGRADO DO SETOR DE TRANSPORTE DE CARGA NA AMAZÔNIA: METODOLOGIA DE ANÁLISE E HIERARQUIZAÇÃO DE ALTERNATIVAS DE INVESTIMENTOS EM INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES	KUWAHARA	Universidade Federal do Rio de Janeiro	Tese de Doutorado	2008
APLICAÇÃO DE ANÁLISE MULTICRITÉRIO EM PROJETOS DE INVESTIMENTO EM INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES DE CARGA NO BRASIL.	MENDES	Universidade Federal Fluminense	Dissertação de Mestrado	2009
CATEGORIZAÇÃO DOS GARGALOS DE UMA CADEIA LOGÍSTICA DE TRANSPORTE DE SAFRA AGRÍCOLA	CAPDEVILLE	Universidade de Brasília	Dissertação de Mestrado	2010
CONTRIBUIÇÃO AO PROCESSO DE PRIORIZAÇÃO DE INVESTIMENTOS EM INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES PELO USO DO MÉTODO DE ANÁLISE HIERÁRQUICA	RABELLO QUADROS	Universidade Federal do Rio de Janeiro	Tese de Doutorado	2014
PRIORIZAÇÃO DE INVESTIMENTOS RODOVIÁRIOS: ESTUDO DE CASO BR-040, BR-116 E BR-381	FURTADO	Universidade Federal de Minas Gerais	Dissertação de Mestrado	2014

Fonte: o autor, 2015

Uma primeira constatação identificada foi a de uma maior quantidade absoluta de publicações de trabalhos científicos nos últimos anos, com o intuito de priorizar investimentos em infraestrutura.

Acredita-se que o principal motivador dessa tendência foi a própria criação do PAC em 2007, pois durante décadas não ocorreram vultuosos aportes de recursos públicos federais em infraestrutura de transportes, sendo que no lançamento do PAC a academia observou a oportunidade de aumentar a publicação científica sobre o tema, principalmente em relação à priorização dos investimentos anunciados, visto o *gap* e a deficiência logística nacional, como já levantado na introdução deste documento.

Mendes (2009) relatou que a criação do PAC transformou o assunto em questão em ampla discussão, visto à necessidade de investimento em infraestrutura para incentivar e suportar o crescimento econômico do país. É óbvio que esse assunto sempre foi discutido, no entanto, com

o surgimento do PAC, viu-se realmente uma agenda governamental positiva em relação ao tema.

Um outro tema constatado nos trabalhos, que está interligado com a capacidade intelectual limitada do ser humano e com o conflito de interesses, foi bem retratado em Capdeville (2010), onde, no recorte dos gargalos logísticos, observou-se que os *stakeholders* em muitas vezes não se dão conta de todas as etapas envolvidas do processo e, por conseqüente, podem tomar decisões equivocadas sem a real noção dos benefícios e custos gerados por tal decisão. Ou seja, em suma, alguns *stakeholders* não realizam análises de custo-benefício dos investimentos, principalmente por observar o problema de uma maneira bastante restrita.

Capdeville (2010) observou uma divergência ainda mais preocupante, na qual os gargalos fundamentais identificados pelos agentes privados não convergiam com os informados pelos agentes públicos, apresentando um clássico problema de conflito de interesses. Do ponto de vista da iniciativa privada, esta situação é considerada como desinteresse e negligência do Poder Público para com o objetivo em questão.

Assim como em outros trabalhos, as principais reclamações abordadas foram em relação ao excesso de burocracia, à inexistência de multimodalidade, à falta de manutenção das vias e à falta de incentivo à modernização de veículos e equipamentos.

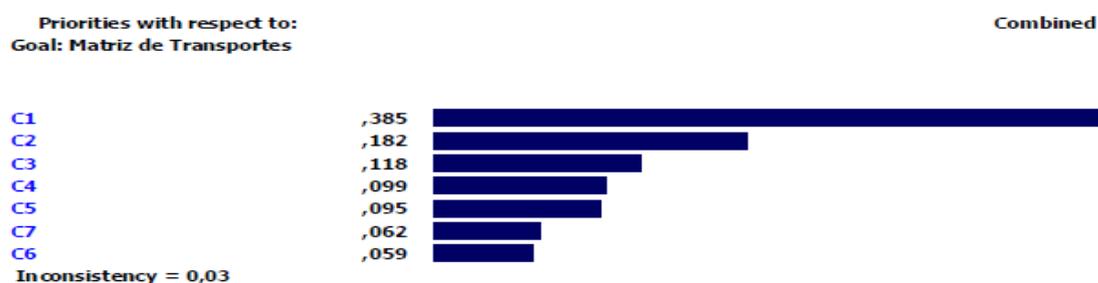
Após uma análise sobre os dados apresentados em Rabello Quadros (2014), ficou evidente a divergência entre as posições de decisores em grupos heterogêneos. No caso em questão, foram avaliados a importância de sete critérios na priorização de investimentos para quatro grupos de indivíduos, percebeu-se que a ordem dos pesos (autovetores) observados pelo grupo Governamental era consideravelmente diferente dos relatados pelo grupo não Governamental, como explícito abaixo:

Gráfico 2.1 - Prioridade entre critérios - resultados do grupo governamental



Fonte: Rabello Quadros, 2014

Gráfico 2.2 - Prioridade entre critérios - resultados do grupo não governamental



Fonte: Rabello Quadros, 2014

Percebe-se que no resultado apresentado acima, o principal critério identificado em ambas as análises foi o C1 (redução do custo de transporte). Todavia, existe uma distorção enorme entre a visão dos dois grupos. Em comparação com o Grupo Governamental, o Grupo Não Governamental considera C1 86% mais relevante e, voltando os olhos para o C7 o Grupo Governamental entende o critério com mais que o dobro de importância do que o analisado pelo Grupo Não Governamental.

Neste ponto, cabe ressaltar que estas variações ocorreram tanto em Rabello Quadros (2014) quanto em diversos outros trabalhos. De fato, faz-se todo o sentido, pois na grande maioria das vezes que se comparam grupos heterogêneos, os conceitos, observações, ideologias e interesses são divergentes.

Diante da conclusão acima e adotando como rumo desta dissertação o embasamento científico aos tomadores de decisão de investimentos públicos, foram convidados a participar deste trabalho gestores públicos com o mais alto poder de decisão possível, caso contrário, o resultado observado poderia ser bastante distorcido, se comparado com as decisões realmente tomadas

na prática. A identificação destes gestores e como suas participações foram utilizadas será detalhada em capítulo específico mais à frente.

Ainda sobre a tese de Rabello Quadros (2014), mais um ponto precisa ser levantado. Por meio de análises de sensibilidade, verificou-se que, mesmo na visão de especialistas (entenda-se aqui como um grupo com menor influência política e conflito de interesses bastante mitigados), há uma grande divergência no que se refere à prioridade de critérios. Possíveis interpretações podem ser aqui levantadas, talvez algumas delas coincidam com o apresentado por Saaty (1991), conforme será descrito mais adiante.

Se assim for, como parece realmente ser, cada vez mais se percebe a complexidade da tomada de decisão e a subjetividade nela envolvida. Potencializando-se, então, a efetividade do uso do AHP, não pelo fato da realização de comparações paritárias dos critérios de maneira muito diferentes, mas sim pelo fato de poder observar a consistência do julgamento.

Kuwahara (2008) identificou algumas questões estruturantes, uma delas corresponde à descrição de que os investimentos adotados até então não condiziam realmente com as necessidades regionais, supondo que, em geral, as decisões são realizadas com olhar amplo demais, talvez analogamente poderia atualizar-se essa constatação como um excesso de alocações de recursos públicos federais em grandes corredores de exportação/importação (esteja claro que certamente é extremamente relevante para a sustentabilidade da balança comercial brasileira) em detrimento de investimentos que visem integração, desenvolvimento e fortalecimento regional.

Outro parêntese pode ser aqui aberto, vide ao fato de oscilações econômicas das nações e a incessante busca pela qualidade do gasto público, existe a tendência crescente de corredores logísticos de exportação/importação serem concedidos à iniciativa privada e os recursos públicos destinados a empreendimentos com uma melhor visão social e ambiental.

Todos os trabalhos identificados ofereceram informações, considerações e recomendações que serviram de embasamento para a formulação desta dissertação. A fim de facilitar e explorar as diferenças entre as propostas aqui apresentadas e os trabalhos realizados, abaixo serão relatadas características diferentes desta dissertação em relação à média dos outros trabalhos expostos:

- a. Tendência de maior discussão e aprofundamento em critérios políticos e sociais;
- b. Apenas gestores públicos do alto escalão da administração pública federal participaram do trabalho;

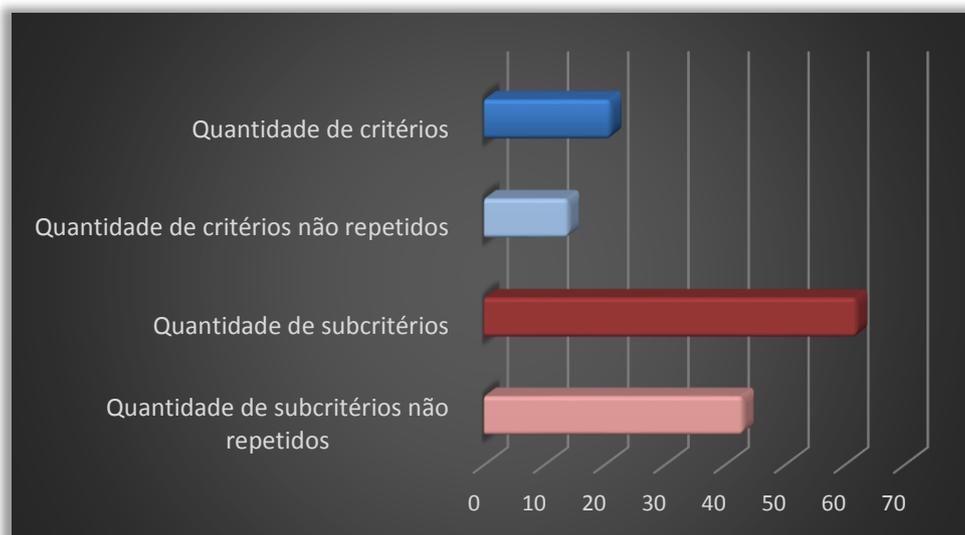
- c. Os *decision makers* decidiram quais são os critérios e subcritérios relevantes, assim como proposto na essência do método (Saaty, 1991);
- d. Constatação de que a racionalidade do decisor é limitada, seu tempo é um recurso extremamente escasso e há mudança de conceitos no decorrer do tempo; e
- e. Geração de um índice de atratividade de investimentos públicos em rodovias.

2.2. ESTATÍSTICA DOS TRABALHOS

Durante a realização da revisão da literatura e diferentemente de outras áreas acadêmicas, não se conseguiu obter, de forma clara, tendências entre os trabalhos existentes para que fosse possível nortear a execução de novos trabalhos. Então, a partir do material levantado, ficam expressas algumas informações que possivelmente possam contribuir para trabalhos futuros.

A amostra observada representou a coleta de vinte e um critérios, porém alguns deles se repetiram, identificando-se catorze critérios com funções distintas. No âmbito dos subcritérios, analisou-se sessenta e duas informações e após a compatibilização de todos conseguiu-se expressar o montante de quarenta e três subcritérios diferentes. Conforme exposto no gráfico abaixo:

Gráfico 2.3 - Quantitativo observado de critérios e subcritérios



Fonte: o autor, 2015

Após um refinamento e depuração dos dados apresentados pela revisão da literatura, apresentam-se os critérios e subcritérios distintos:

Tabela 2.2 - Critérios Identificados

1) Financeiros	8) Ambientais
2) Econômicos	9) Arranjos Produtivos Locais
3) Risco	10) Tecnológicos
4) Sociais	11) Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – IDHM
5) Infraestruturais	12) Situacionais
6) Logísticos	13) Segmentos consolidados
7) Operacionais	14) Ambiente organizacional

Fonte: o autor, 2015

Tabela 2.3 - Subcritérios identificados

1) Retorno sobre o ativo total	23) Interferência de outros projetos
2) Retorno sobre o patrimônio Líquido	24) Político
3) Grau de endividamento	25) Legal
4) Endividamento Geral	26) Operacional
5) Exposição a taxa de juros	27) Expansão da malha viária
6) Câmbio	28) Diversificação de atividade produtiva
7) Custos do empreendimento	29) Integração Regional
8) Relação Custo/benefício	30) Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – IDHM
9) Capacidade de financiamento no mercado financeiro	31) Empregos diretos/Empregos do Município
10) Ineficiência energética	32) ISS/Receita do Município
11) Uso e ocupação do solo	33) ICMS/Receita do ESTADO
12) Quantidade de Espécimes atingidos	34) IPI+IRPJ/RECEITA DA UNIAO
13) Nível de poluição atmosférica, hídrica e do solo	35) Empregos APL/Empregos do Município
14) Impactos decorrentes da não execução do projeto	36) Desenvolvimento Nacional
15) Condições das vias	37) Desenvolvimento regional
16) Qualidade da mão de obra	38) Redução dos impactos em áreas urbanas
17) Obsolescência e Inadequação dos Equipamentos	39) Conexão modal
18) Redução de acidentes com vítimas fatais	40) Conexão intermodal
19) Redução de índice de acidentes	41) Transportes de commodities
20) Projeção de crescimento da demanda	42) Transportes de alto valor agregado
21) Participação no PAC	43) Redução do tempo de viagem
22) Participação de órgãos governamentais	

Fonte: o autor, 2015

Continuando com o objetivo de detalhar informações relevantes para facilitar a organização de trabalhos futuros, optou-se por especificar os três critérios e os cinco subcritérios mais utilizados, conforme a tabela abaixo:

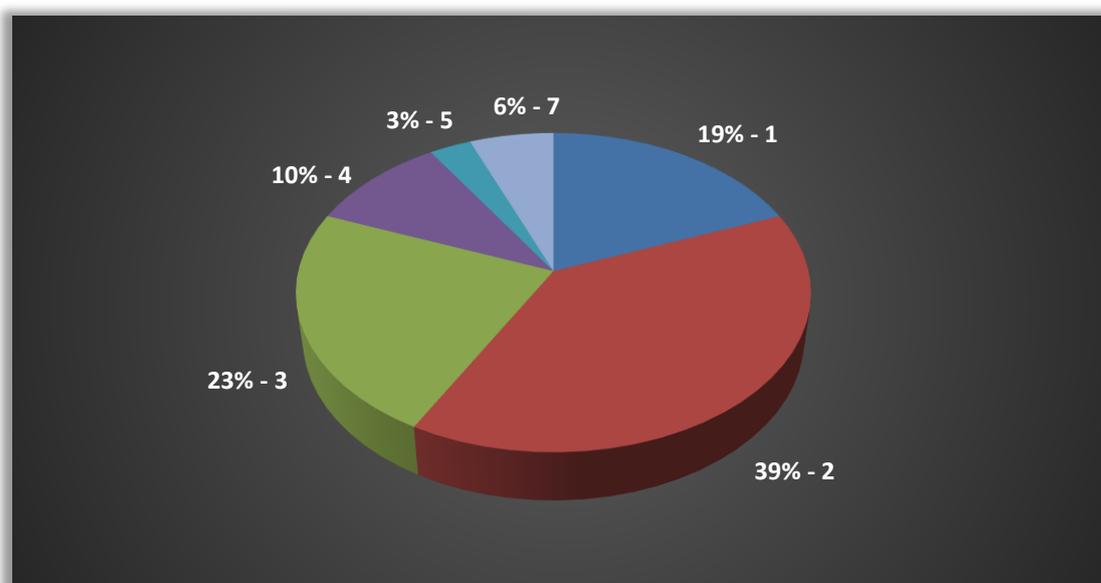
Tabela 2.4 - Critérios e subcritérios mais utilizados

1) Econômicos	1) Custo do empreendimento
2) Sociais	2) Multimodalidade
3) Ambientais	3) Acidentes
	4) Poluição atmosférica
	5) Desenvolvimento regional

Fonte: o autor, 2015

Por último, com o intuito de ajudar na montagem da hierarquia, identificou-se uma grande tendência de dividir cada critério em uma pequena quantidade de subcritérios. Mais especificamente, em 81% da amostra foi observado que cada critério se dividiu em até três subcritérios. A maior ocorrência foi a divisão em dois, existindo em 39% dos casos. Abaixo, seguem as informações compiladas. Para cada área do gráfico de setores existem duas informações, lê-se a primeira como a proporção da ocorrência da repetição e a segunda como a quantidade de subcritérios dentro de um critério.

Gráfico 2.4 - Proporção de subcritérios dentro de um critério



Fonte: o autor, 2015

Cabe ressaltar que o número máximo de aberturas em subcritérios foi de sete, a princípio esse dado parece ser apenas mais uma informação, todavia é de extrema relevância e mostra que todos os trabalhos estão de acordo com o Teorema 4.4 proposto em Saaty (1991). Conforme o autor, quando se usa uma hierarquia são procuradas duas condições: a consistência e uma boa correspondência com a realidade.

A primeira é tão maior quanto menor forem as dimensões das matrizes devido ao aumento significativo de redundâncias na matriz; já a segunda se torna mais real quanto mais informações forem observadas na matriz, logo existe uma compensação. Na prática é observado que sete é um bom limite prático para n e que para $n > 7$ a violação da consistência do julgamento aumenta de forma expressiva, reduzindo potencialmente a efetividade do resultado obtido no método.

3. TOMADA DE DECISÃO GERENCIAL

Neste capítulo serão retratados conceitos sobre decisão e racionalidade limitada. Além disso, também serão descritos os processos decisórios, assim como sua estrutura lógica, ressaltando alguns quesitos presentes na psicologia, como: capacidade cognitiva, o “Sistema 1” e “Sistema 2” descritos em Kahneman (2012).

Uma abordagem dos princípios da tomada de decisões e como realmente acontecem será exposto principalmente por meio da visão de March (2009).

Decisões são tomadas a todo momento, tanto em grandes instituições privadas e públicas quanto mesmo na vida particular dos indivíduos. Cada decisão se baseia em critérios anteriormente compreendidos, riscos e interesses envolvidos, possível satisfação ou otimização futura e outros, que serão explicados a diante.

3.1. DEFINIÇÃO DE DECISÃO

O ser humano frequentemente passa pelo processo de realizar escolhas, ora se utilizando de parâmetros qualitativos, ora de parâmetros quantitativos. Em muitas situações o decisor envolve-se com diversos critérios, nos quais os valores atribuídos para classificação das alternativas ou mesmo a importância de cada critério nem sempre podem ser efetuados por meio de números exatos Miettinen *et. al.* (1999).

Romero (1996) define o processo de tomada de decisão como a eleição por parte de um centro decisor, almejando a melhor alternativa entre as possíveis.

Gomes *et. al.* (2012), classificam as decisões de duas formas, tais como:

- a) Simples ou complexas; e
- b) Específicas ou estratégicas.

Além da classificação das decisões, informações sobre os recursos financeiros e humanos também são levados em consideração. Outra divisão observada concerne às consequências advindas da tomada decisão, sendo elas:

- a) Imediata;
- b) Curto prazo;
- c) Longo Prazo; e
- d) Combinação das formas anteriores (impacto multidimensional).

Retornando à visão dos recursos empregados para que seja possível a decisão, Hammond *et. al.* (1999) possuem um entendimento mais abrangente que demonstra a importância do planejamento dentro de todo o processo, no qual são retratados os objetivos que ajudam a delinear e otimizar o processo em relação à obtenção das informações essenciais, já que permitem justificar as decisões, estabelecer a importância de uma escolha e ajudar a situar o tempo e esforço necessários para cumprir uma tarefa.

Por fim, segundo Gomes *et. al.* (2012), alguns autores afirmam que decidir é a arte de posicionar-se em relação ao futuro. E que ainda pode ser definido como:

- a) Processo de colher informações, atribuir importância a elas, posteriormente buscar possíveis alternativas de solução e, depois, fazer a escolha entre as alternativas; e
- b) Dar solução e deliberar.

3.2. ESCOLHA RACIONAL E RACIONALIDADE LIMITADA

Os assuntos em questão possuem ligação íntima com a psicologia e são traduzidos para o processo de tomada de decisão, representando discussões prévias a cálculos matemáticos ou mesmo probabilidades utilizadas comumente por economistas, administradores e engenheiros. Na visão de March (2009), de longe a representação mais comum do processo de decisão é a que interpreta a ação como escolha racional, apesar da ideia ser muito antiga ainda permanece nas discussões.

3.2.1. ESCOLHA RACIONAL

As teorias racionais de escolha partem da visão em que se segue um processo de decisão bastante trivial. Teorias as quais são consequentes (no sentido de que a ação depende de antecipações sobre os efeitos futuros das ações atuais) e baseadas em preferências (no sentido de que as consequências são avaliadas em relação a preferências pessoais ou institucionais). Um procedimento racional segue uma lógica de consequência e as escolhas serão feitas com base nas respostas de quatro questões:

- I. A questão das alternativas: que ações são possíveis?
- II. A questão das expectativas: que consequências futuras poderiam decorrer de cada alternativa? Qual a probabilidade de cada consequência possível, supondo-se uma determinada alternativa?

- III. A questão das preferências: qual o valor – para o autor da decisão – das consequências associadas a cada uma das alternativas?
- IV. A questão da regra de decisão: como é possível escolher entre alternativas em relação aos valores de suas consequências?

March (2009) explica duas teorias racionais de escolha, sendo a primeira a Teoria Pura da Escolha Racional e a segunda Decisões Racionais e Incerteza sobre Consequências.

A Teoria Pura da Escolha Racional acredita que todos os indivíduos compartilham as mesmas preferências, que as alternativas e consequências são definidas pelo ambiente e que os indivíduos envolvidos em decisões têm um conhecimento perfeito dessas alternativas e consequências.

Já na visão da teoria das Decisões Racionais e Incerteza sobre Consequências, é reconhecida a incerteza ao redor das consequências futuras em relação às ações tomadas no presente. Parte-se do princípio de que os decisores escolhem entre alternativas com base em suas consequências esperadas, porém observa-se que as consequências podem não ocorrer, surgindo a necessidade do estudo de probabilidade e risco.

3.2.2. RACIONALIDADE LIMITADA

Na perspectiva da racionalidade limitada é sugerido que nem todas as alternativas são conhecidas, nem todas as consequências são consideradas e nem todas as preferências são evocadas ao mesmo tempo.

Atualmente, há intensa apreciação de pesquisas científicas que partem de ideias sobre a racionalidade limitada, integrando-as com as teorias convencionais de escolha racional, a ponto de fazer com que as pesquisas sobre a racionalidade limitada sejam aceitas pela comunidade científica.

Daniel Kahneman – Psicólogo e ganhador do Prêmio Nobel de Economia em 2002 - diz em Kahneman (2012) que todo mundo tem alguma consciência de sua capacidade de atenção limitada e o comportamento social leva em consideração essas limitações. Ressalta também sobre um erro cometido comumente durante as decisões, fruto do excesso de confiança e da capacidade intelectual limitada, esquecendo-se de taxas bases (Teoria de Bayes), acreditando estar tomando a melhor decisão possível.

March (2009) persegue a ideia de que responsáveis por decisões enfrentam sérias limitações de atenção, memória, compreensão e comunicação. No âmbito de decisões individuais parece ser consenso a limitação própria biológica do ser humano, contudo no âmbito das decisões organizacionais pressupõe-se limitações de informação, conforme exposto abaixo:

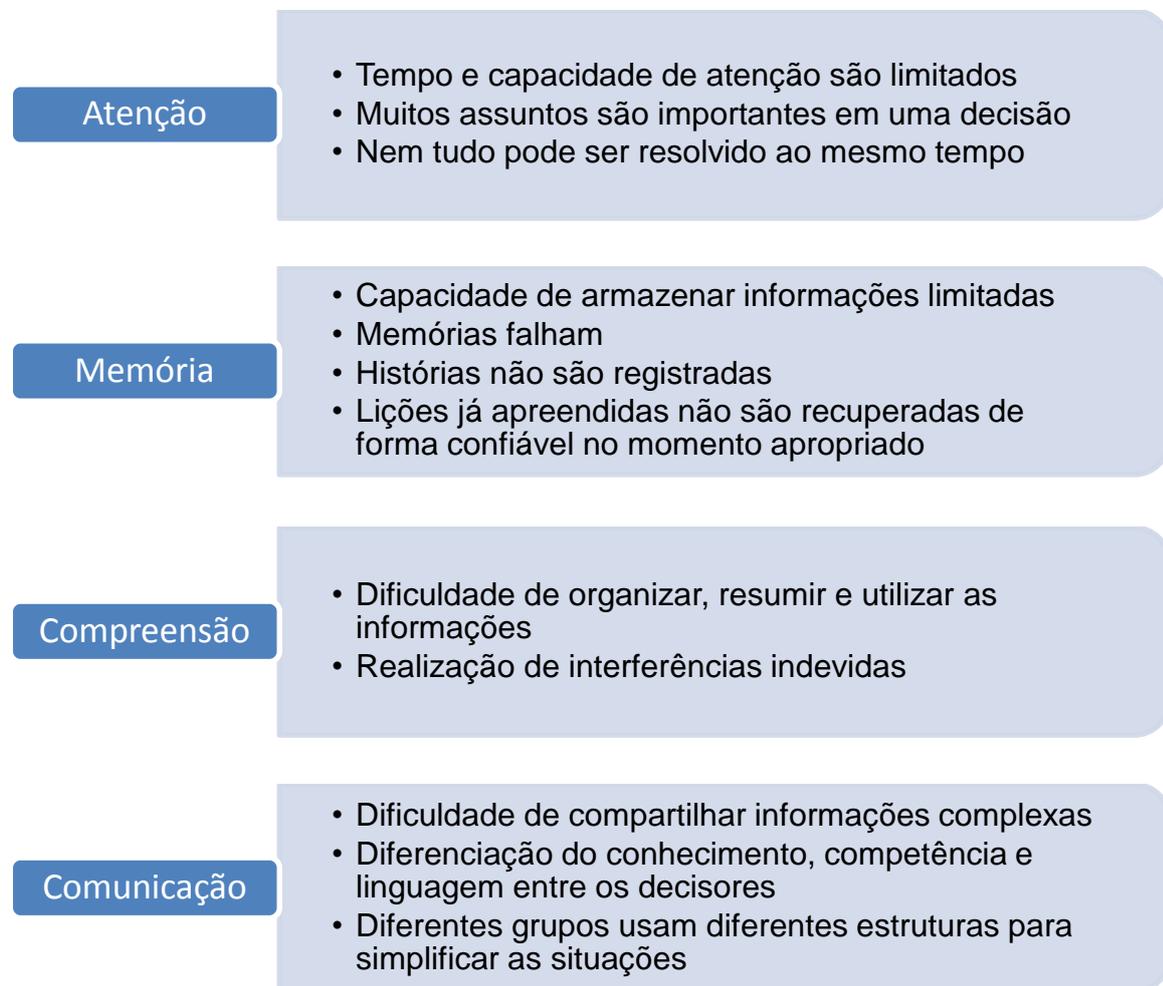


Figura 3.1 - Limitações de informação no âmbito das decisões organizacionais

Fonte: adaptado March, 2009

3.3. PROCESSOS DECISÓRIOS

Para diversos autores o marco inicial da teoria da decisão foi no ano 1738 por meio do artigo de Daniel Bernouilli “*Specimen theoriae novae de mensura sortis*”. A Teoria da decisão compartilha a ideia de que indivíduos são racionais e capazes de expressar suas preferências básicas quando passam por situações simples (Gomes *et. al.*, 2012). É observado que o ser humano, como dito anteriormente, tem uma capacidade cognitiva limitada e deste modo possui limitação para compreender o sistema ao seu redor, além da dificuldade de processar as

informações que recebe. Na visão de Kaufman (1999), existem três fontes de restrição cognitiva:

- a) Capacidade limitada do processamento do cérebro humano;
- b) Desconhecimento de todas as alternativas possíveis de resolver o problema; e
- c) Influência dos aspectos emocionais e afetivos.

Frente ao exposto, compreende-se que essa restrição cognitiva deve ser entendida pelos próprios decisores, pois quanto mais complexo se torna o processo decisório, mais atenção e planejamento são necessários para que seja possível estruturar o problema racionalmente.

Chiavenato (1983) sintetizou o processo decisório em seis elementos presentes em toda decisão:



Figura 3.2 - Elementos presentes num processo decisório

Fonte: o autor, 2015

De fato, quando se observam outros modelos de processos decisórios encontram-se esses seis itens, em alguns de forma um pouco mais simplificada, em outros de forma mais abrangente. Em suma, os resultados eficientes e eficazes são os que todos buscam, entretanto se verifica que em alguns momentos exista um foco especial nos outros cinco pontos, que vão depender da complexidade do processo estudado, por exemplo, os estudos onde o foco é a atitude do decisor.

Para este trabalho e de acordo com parte do proposto por Chiavenato (1983), os principais alvos a serem entendidos são: as preferências dos decisores e o perfil de resultado gerado a partir dessas preferências.

Na visão de Gomes (1999), é realizada uma proposta denominada de metodologia sintética para abordagem de problemas. Essa metodologia em questão é composta de premissas, dificuldades, cuidados, elementos e etapas.

Ao invés de detalhar toda a metodologia, devido sua extensão, serão levantados aqui os principais pontos. No que se refere às premissas, identifica-se que para ocorrer a decisão deverão existir ao menos duas alternativas, além da interpretação do processo como dinâmico, em que preferências e diretrizes sofrem alterações durante o andamento do processo decisório.

No que concerne às principais dificuldades, nem sempre todos os fatores envolvidos no processo estão bem definidos, juízos de valor dos atores podem ser conflitantes e, talvez um fato crucial, as preferências dos decisores podem mudar de acordo com o espaço e tempo.

Em relação aos cuidados a serem tomados, indica-se como necessário dimensionar o tempo e a competência da equipe para que sejam suficientes para solucionar o problema, aceitar como verdadeiro apenas o que souber com clareza e saber escolher corretamente as escalas utilizadas.

No que tange aos elementos, Gomes (1999) segue na mesma linha de Chiavenato (1983), porém com alguns avanços, sendo talvez o principal deles aquele em que se refere ao controle e realimentação do sistema, criando novas possíveis preferências, objetivos, alternativas, entre outros.

Por último, o autor é cuidadoso em explicitar as etapas que entende como necessárias no processo de decisão. Visto que a realimentação é a última etapa proposta, podemos compreender o raciocínio cíclico estabelecido pelo autor, conforme segue abaixo:

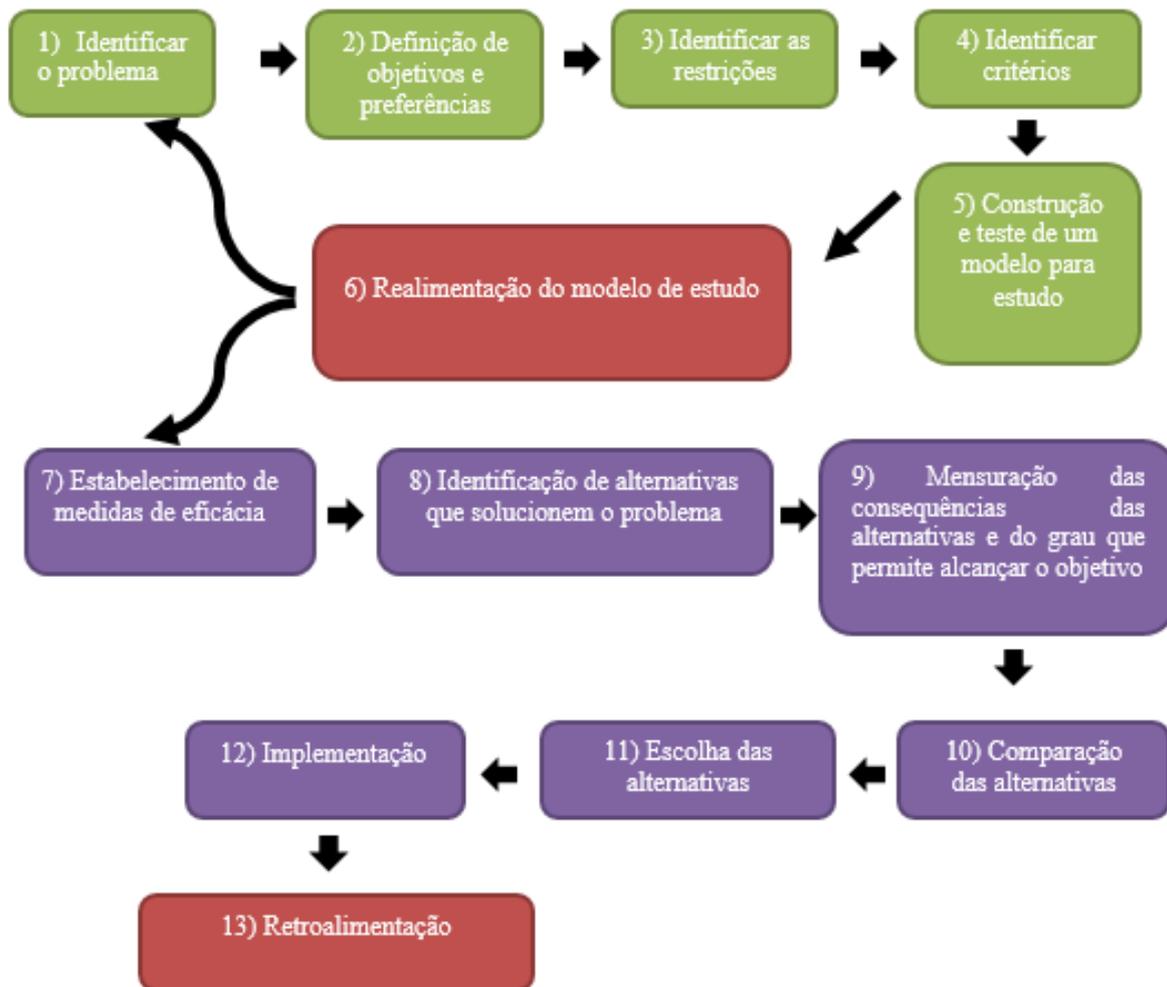


Figura 3.3 - Esquema representativo sobre a metodologia sintética para abordagem de problemas

Fonte: adaptado Gomes, 1999

Pode-se dividir esse processo decisório claramente em dois momentos, o primeiro consta dos retângulos verdes, situação na qual se busca agregar todas as informações possíveis para o desenvolvimento sustentável do processo; o segundo, representado pelos retângulos roxos, o qual possui maior ligação com os procedimentos intelectual e matemáticos envolvidos.

Analogamente a esta dissertação pode-se inferir que o primeiro momento é aquele em que se planeja o investimento público em rodovias, percebendo-se suas restrições de recursos, população que será atendida e os critérios relevantes para a definição do investimento.

Já o segundo momento pode ser comparado a medidas de otimização, comparações e hierarquizações realizadas pelo próprio método de Análise Multicritério.

Antes de passar para a próxima etapa, deve-se prestigiar o item 6 do processo, aquele que reflete a realimentação do modelo de estudo, deste modo é percebida a intenção do autor em otimizar recursos e a tentativa de criar um procedimento mais parecido possível com a realidade.

Essa proposta é recorrentemente utilizada em pesquisas acadêmicas, sendo que antes de efetuar a pesquisa com todos os entrevistados faz-se uma pesquisa piloto com uma amostra menor, a principal intenção é perceber se os objetivos da pesquisa serão atendidos ou precisam de readequação. A utilização das pesquisas piloto é comum em ambientes acadêmicos em função da escassez de recursos financeiros.

Um fator que não foi exposto explicitamente no diagrama acima, porém se torna decisivo durante muitos casos nas decisões, refere-se ao risco. Em geral, indivíduos assumem uma postura conservadora mediante a observação de incertezas e conseqüentemente a existência de riscos. É bastante comum, principalmente na iniciativa privada, observar que riscos são assumidos, desde que sejam remunerados adequadamente e o impacto deles sobre o todo não seja proporcionalmente tão relevante.

Kahneman (2012) em seu capítulo – Políticas de Risco – narra uma história em que supostamente foi feita uma proposta para vinte e cinco gerentes de uma grande empresa. A proposta foi de que com iguais probabilidades eles poderiam perder uma grande quantia (entenda-se como quase a totalidade do ativo que eles gerenciavam) do capital que controlavam para receber o dobro dela. O resultado foi que nenhum dos gerentes se mostrou disposto a fazer a aposta. O CEO (diretor executivo) da empresa que estava presente e também lhe foi pedido sua opinião, sem hesitar, respondeu: “Eu gostaria que todos eles aceitassem seus riscos”.

O que Kahneman (2012) leva a entender é que todos que estivessem na posição do CEO também teriam a mesma atitude, pois sem dúvida a agregação estatística iria mitigar o risco global, conseqüentemente resultando em uma remuneração positiva, ou seja, seria um bom negócio.

O aprendizado aqui é que quanto menos oportunidades (no caso narrado existe apenas uma chance) e maiores os impactos da decisão (a perda pode ser de praticamente 100% do ativo) os decisores aumentam significativamente sua aversão ao risco, mesmo considerando que serão remunerados adequadamente.

No contexto desta dissertação, pode-se inferir que quando se considera apenas o investimento em uma rodovia, há um monitoramento mais detalhado para que riscos ambientais,

orçamentários/financeiros, desapropriações e outros não impactem o avanço da execução do empreendimento.

Porém, quando são várias as rodovias que recebem investimento, além de outras modalidades de transporte, a visão dos decisores é direcionada para o conjunto de todas elas e a execução do máximo possível, contudo algumas terão seus riscos efetivados, traduzindo-se em atrasos de obras e desperdício do recurso público. Todavia, na visão de política pública dos gestores é considerado um balanço positivo, visto que foi possível executar uma grande proporção do inicialmente proposto.

Cabe declarar que existe uma grande diferença na visão de risco para o setor privado em detrimento do setor público. No contexto do mercado privado, em geral, o risco está associado diretamente ao impacto financeiro. Na administração pública o conceito de risco é extremamente mais complexo, os riscos sociais, ambientais, logísticos, institucionais, influenciam todo o processo. Surgindo alguns riscos não perceptíveis e outros não administráveis.

No capítulo de Riscos e Aceitação de Riscos de March (2009), dividiu-se os fatores que afetam a aceitação do risco em indivíduos e organizações em três conjuntos:

- I. **Estimativa de Risco:** os indivíduos realizam estimativas tanto quantitativas quanto qualitativas sobre o risco envolvido no processo. Sabendo-se que essas estimativas afetam o risco efetivamente assumido, quando o risco é subestimado, as decisões obviamente refletirão maior aceitação, porém se o risco for superestimado, ocorre o inverso;
- II. **Propensão ao Risco:** cada indivíduo possui propensão diferente ao risco; e
- III. **Fatores estruturais:** tanto a estimativa quanto a propensão ao risco são afetadas pelo contexto em que ocorrem. Alguns fatores são: local, momento, posição hierárquica, interesse, ideologia e histórico.

Em relação ao item I, no âmbito do investimento público em infraestrutura é comum se observar uma postura onde o risco normalmente é subestimado, portanto aumentando o nível de aceitação de projetos e conseqüentemente reduzindo a taxa de eficiência de conclusão de obras.

É possível analisar os itens II e III de maneira conjunta, primeiramente devido ao fato de que normalmente o que impacta numa análise de propensão ao risco é especificamente quão representativo é a parte que está sendo considerada em relação ao todo, além da estrutura criada

para a remuneração e conseqüentemente a formulação das garantias. O segundo ponto é que a propensão ao risco está intimamente ligada ao contexto em que se insere, somada principalmente ao histórico e a posição hierárquica dos interessados.

No âmbito público, todas as características levantadas anteriormente estão presentes na discussão sobre risco, contudo, como em geral o impacto financeiro negativo resultante de um risco que não foi bem dimensionado ou desconsiderado é repartido entre os pagadores de impostos, é comum que na administração pública os gestores não se atentem aos riscos e deem valor a outros fatores.

Sem dúvida uma sistematização do processo e uma avaliação de risco mais detalhada poderia contribuir com a otimização do gasto público e a metodologia proposta nesta dissertação poderia ser também uma ferramenta paralela de suporte.

3.4. COMO OS JULGAMENTOS OCORREM

Neste subitem a atenção está voltada para situações do cotidiano que fazem parte das tomadas de decisão, além disso são sucintamente discutidas as duas formas de pensar da mente humana, denominadas: “Sistema 1” e “Sistema 2”.

3.4.1. SISTEMA 1 E SISTEMA 2

O primeiro passo para entender como os julgamentos ocorrem é voltar-se para a própria mente humana. Kahneman (2012) apresentou as duas formas de pensar, intituladas como “Sistema 1” e “Sistema 2”.

O “Sistema 1” representa uma forma de pensar extremamente intuitiva, rápida e emocional. O “Sistema 2” é uma forma mais lenta e muito mais lógica. São apresentadas diversas vantagens e desvantagens de cada um deles, principalmente os defeitos e vícios do personagem principal – o “Sistema 1”.

O “Sistema 1” opera com pouco ou nenhum esforço e nenhuma percepção de controle voluntário. São exemplificados como atividades atribuídas a esse sistema: detectar que um objeto está mais distante que outro; detectar hostilidade em voz; dirigir um carro por uma rua vazia e compreender sentenças simples.

O “Sistema 2” aloca atenção às atividades mentais laboriosas que o requisitam, incluindo cálculos complexos. As operações do “Sistema 2” são muitas vezes associadas com a

experiência subjetiva de atividade, escolha e concentração. São exemplificadas como atividades desse sistema: concentrar-se na voz de determinada pessoa em uma sala cheia e barulhenta; monitorar a conveniência de seu comportamento numa situação social; dizer a alguém seu número de telefone e criar estratégias almejando um objetivo.

A divisão do trabalho entre os dois sistemas é altamente eficiente, minimizando o esforço e otimizando o desempenho. O “Sistema 1” é geralmente muito bom no que faz, entretanto ele tem vieses e podem gerar erros sistemáticos. Numa visão extremamente generalizada, o “Sistema 1” é aquilo que lhe vem à cabeça num primeiro momento quando se pensa em algo, desde que seja intuitivo e rápido. O “Sistema 2” é utilizado para raciocinar em problemas mais complexos e muitas vezes entra em ação quando detecta um erro do “Sistema 1”.

Na visão desta dissertação se fosse feita uma simples pergunta: “Em qual rodovia deveria se investir, naquela que beneficia um município de 100 mil habitantes ou um município de 500.000 mil habitantes? Sem dúvida o “Sistema 1” já lhe informou que deveria ser investido no município de 500.000 mil habitantes. Nesse ponto que se faz pensar, o “Sistema 2” – caso fosse ativado – traria em mente dúvidas do tipo: Qual será o custo? Qual terá menor impacto ambiental? Qual gerará mais empregos? Qual possui maior avanço econômico?

Kahneman (2012) afirma que comportamentos como riscos, excesso de confiança no momento de escolhas estratégicas, entre outros, só serão compreendidos se os decisores compreenderem como as duas formas de pensar moldam os julgamentos.

Um dos principais erros sistemáticos do “Sistema 1” e que causa excesso de confiança dos decisores em escolhas estratégicas, é aquele que desconsidera as taxas base, proposto no Teorema de Bayes, em relação à probabilidade condicional.

3.4.2. LÓGICA DA ADEQUAÇÃO

Já foi visto anteriormente como são organizados os processos decisórios, agora para esclarecer como os julgamentos ocorrem, serão explicitados alguns conceitos que fazem parte do enredo da decisão.

A lógica da adequação é focada no decisor, não é um processo aleatório, arbitrário e trivial. É sistemático e, às vezes, complicado. Pode-se observar que em geral o indivíduo sempre realiza três perguntas a si mesmo durante o processo (March, 2009).

- I. **Reconhecimento:** Que tipo de situação é essa?

- II. **Identidade:** Que tipo de pessoa eu sou? Em que tipo de organização estou?
- III. **Regras:** O que uma pessoa como eu ou uma organização como a minha faz em uma situação como essa?

Essa lógica tenta traduzir a visão dos funcionários que estão representando suas instituições, refletindo suas estratégias, ideologias, interesses e outros. Pode-se inferir que representantes de instituições que não se atentem a essa lógica, expõem conceitos pessoais que podem ser incompatíveis com o das suas instituições, distorcendo a tomada de decisão.

Portanto, conclui-se que para evitar decisões distorcidas se faz necessária uma conversa prévia entre o participante da reunião e o defensor dos interesses da instituição da qual ele representa, sendo possível o alinhamento das estratégias. Ademais, é preferível que sempre compareça mais de um representante de cada instituição durante o processo de troca de informações, pois além de mitigar o risco de distorção da informação, reduzirá também outros possíveis vieses que serão explicados posteriormente.

3.4.3. DECISÃO COM MÚLTIPLOS ATORES

Em geral, decisões com múltiplos atores costumam ser consideradas como conflituosas, não porque sejam necessariamente caracterizadas por surtos de emoção, mas simplesmente porque os participantes sustentam preferências distintas ou porque a capacidade intelectual de uns seja mais limitada do que a de outros (March, 2009).

Uma palavra que intimamente está atrelada às decisões é Poder. É fato que em discussões nas quais não há consenso, alguns indivíduos parecem conseguir mais que outros, podendo esse fenômeno ser atribuído por diversas razões: capacidade argumentativa, preferências semelhantes entre a maioria dos representantes do grupo, ou mesmo, pelo fato da diferença de *status* e poder. Não é de hoje que a sociedade se estrutura em hierarquias, possuindo como diferença entre os níveis, critérios como: dinheiro e poder.

Faz-se uma ressalva aqui sobre o que está sendo representado pela palavra poder, no âmbito da administração pública é legitimado pelo voto – como proposto anteriormente por Jannuzzi *et al.* (2009) – além disso, junta-se a uma meritocracia, que pode ser considerada como a integração no serviço público por meio de concurso público.

Dois modelos teóricos são considerados no ambiente entre decisão e poder, são eles: o Modelo de Força Simples e o Modelo de Trocas. Neste momento apenas será retratado o Modelo de Trocas.

A base teórica do modelo fundamenta-se na ideia de que os participantes de uma decisão entram em relações de permuta voluntária vinculado a um sistema de regras. O processo de escolha consiste no arranjo de permutas mutuamente aceitáveis dentro das regras.

No Modelo de Trocas o processo de decisão pode ser visto como um esquema de seguro, no qual algumas ações são tomadas no momento, em troca de prioridade em ações recíprocas no futuro. Em geral, indivíduos sabem que podem precisar de ajuda no futuro, mas raramente sabem qual o tipo da ajuda, ou quando, ou de quem (March, 2009).

Por fim, observa-se a tendência das pessoas se deixarem influenciar durante discussões em grupo, às vezes motivadas pela falta de tempo para pensar sobre o assunto, às vezes pelos interesses intrínsecos ou externos à discussão.

3.4.4. COALIZÕES E INSTABILIDADE DE PARTICIPAÇÃO

Só é possível a formação de coalizão se houver mais de dois grupos ou indivíduos participando do processo de decisão e no mínimo duas preferências distintas. A coalizão é simplesmente o fato da união de indivíduos, com o mesmo interesse, somando forças para conquistar a preferência.

Do ponto de vista democrático a coalizão é legítima, traduzindo a preferência da maioria participante. Ressalta-se que essas coalizões são formadas tanto durante uma reunião quanto previamente a ela.

A instabilidade de participação pode ser entendida em dois estágios: o primeiro remonta a ideia de mudanças em um curto espaço de tempo, por exemplo, durante uma reunião; o segundo apresenta alterações num espaço de tempo maior, por exemplo, após alguns meses devido à ocorrência de um desastre natural.

Voltando-se para o primeiro tipo de instabilidade, provavelmente todas as pessoas já passaram por uma situação na qual ao participar de uma reunião com consenso claro entre os presentes,

chega um participante atrasado, o mesmo atualiza-se da situação e começa a argumentar contra o consenso até então obtido, havendo mudança da opinião dos presentes.

Esse tipo de instabilidade é muito comum e por isso surgem algumas questões: e se esse participante não tivesse vindo, o que aconteceria com a decisão?; e as reuniões que tiveram encaminhamento consensuado até hoje, poderia haver algo que ninguém observou?

Já no caso do segundo tipo de instabilidade, no contexto desta dissertação, poderíamos citar hipoteticamente que a unidade X da federação não precisaria receber investimentos públicos em suas pontes no ano de 2016, pois as pontes existentes já são suficientes para atender a demanda do tráfego existente.

Todavia, após alguns meses, o índice pluviométrico naquela unidade X da federação ultrapassa a média histórica e com a “força da água” derruba várias pontes. Sem dúvidas o grupo alterará suas decisões prévias, devendo cancelar o orçamento de outros empreendimentos visando sanar a situação fortuita. Releva-se o fato de que quanto maior for a burocracia e “engessamento” das instituições, mais dificuldades são encontradas para solucionar problemas que não foram pensados previamente.

Por fim, pode resumir-se que as decisões são dinâmicas, influenciadas por uma variedade imensa de critérios e que mesmo certos da opção escolhida, os indivíduos podem ter sido enganados pelos seus próprios cérebros. Porém, quanto mais organizados, planejados e sistematizados forem os processos de decisão melhor será o resultado obtido.

4. CONTEXTUALIZAÇÃO TEÓRICA DO MÉTODO AHP

Na justificativa desta dissertação já foram apresentados argumentos que embasam a escolha da Análise Multicritério no processo de tomada de decisão na alocação e priorização dos investimentos.

Neste capítulo, discorrem-se detalhes dos principais argumentos pró AHP do ponto de vista do próprio formulador do método e de autores que exploraram e ajudaram a disseminar o mesmo.

4.1. CONSIDERAÇÕES TEÓRICAS SOBRE O AHP

De acordo com Saaty (1991), a complexidade da nossa sociedade requer um método conveniente de avaliação que nos permita avaliar equivalência entre dinheiro, felicidade, saúde, qualidade ambiental e entidades similares. Tal procedimento deveria facilitar a interação entre o discernimento e o fenômeno social que se aplica.

O sucesso de uma ferramenta matemática é a sua naturalidade e facilidade de entendimento, mas principalmente o quanto ela se adapta à teoria e prática já existente, relatando-se então a grande valia de uma ferramenta matemática dinâmica.

Numa abordagem mais teórica, percebe-se que os problemas são muito complexos e quesitos aparentemente intangíveis (emoções, sensações, histórico, entre outros) são descartados logo de começo, resultando num excessivo número de simplificações e, conseqüentemente, apresentando soluções inadequadas, distorcidas ou até mesmo invertidas.

O AHP busca a não exclusão destes quesitos e, teoricamente, é possível gerar uma tomada de decisão mais consciente, fiel à realidade e com uma visão holística do processo.

Um dos assuntos presentes na área da psicologia e na decisão gerencial no âmbito público, é que a tomada de decisão não pode apenas expressar a frieza dos números, mas sim o impacto gerado por tal, pois as expectativas, emoções, sensações e os resultados atingidos são o que de fato mostrarão se a decisão foi efetiva ou não.

Neste ponto, como já descrito em linhas anteriores, um dos diferenciais desta dissertação é apresentar o resultado obtido aos gestores que deram os *inputs* da metodologia, almejando identificar possíveis frustrações que possam ocorrer, tentando relacioná-las com os fatores motivadores de tais frustrações.

Relatando-se um pouco sobre a teoria e como ela foi desenvolvida, o AHP foi criado para resolver um problema específico de planejamento de contingência na década de 70 e a *posteriori* numa aplicação mais abrangente de projeção de futuros alternativos para um país em desenvolvimento, o Sudão. O resultado desse estudo foi um conjunto de prioridades e plano de investimento de projetos, principalmente, na área de transportes.

A partir deste ponto de partida o AHP foi amplamente utilizado em diversos estudos como em: Método de apoio multicritério à decisão na seleção e priorização de portfólio de projetos (Silva *et. al.*, 2007); Aplicação do método AHP na análise de projetos da indústria de refino de petróleo (Souza, 2012); e *Prioritization of rural roads: AHP in group decision* (Dalal *et. al.*, 2010).

Aborda-se, neste ponto, um pouco da teoria qualitativa do método. O AHP consiste em um grupo de decisores reunidos, os quais são submetidos a um problema. Os tomadores de decisão devem, em conjunto, analisar todos os critérios que impactam o processo e agrupá-los conforme suas características similares, formando hierarquias.

Feita a proposição hierarquizada dos critérios relevantes, ambos devem realizar comparações paritárias dos critérios de acordo com todas as combinações possíveis. Essas comparações par a par devem ser julgadas de acordo com o grau de predominância entre os dois critérios podendo ser eles considerados de igual importância até importância total de um sobre outro.

Cabe ressaltar que esses julgamentos devem ser consensuados entre todos, caso não se consiga obter consenso, o coordenador do estudo deverá seguir alguns passos ou - se necessário - arbitrar conforme (Saaty, 1991).

Identificados os critérios, subcritérios e os julgamentos paritários, parte-se para a técnica matemática que será descrita em capítulo mais à frente.

4.2. INFORMAÇÕES E NUANCES RELEVANTES

Um dos principais pontos positivos do método é que ele não concorda com o famoso dito popular: “Não se pode comparar laranjas com bananas”. Poderia analogamente no contexto desta dissertação dizer que “Não se pode comparar distribuição de renda com poluição atmosférica” ou “risco do licenciamento ambiental com óbitos em acidentes”.

O método reconhece que esse tipo de julgamento não é simples, dependente de diversos fatores e pode ser altamente variável. Contudo, um dos *insights* é de que se pode observar e controlar a consistência dos julgamentos e sua validade.

Ressalta-se que o método aceita desvios de julgamentos até um determinado parâmetro, mesmo porque um indivíduo que não entenda do assunto poderia ser submetido aos julgamentos e apresentar um resultado bastante consistente, entretanto, provavelmente apesar de consistentes, esses julgamentos seriam inadequados e não condizentes com a realidade.

Buscando melhor explicitar o exposto acima, o método não se refere à consistência como meramente a necessidade tradicional de transitividade de preferência (se viajar é preferido a estudar, se estudar é preferido a trabalhar, então viajar tem de ser preferido a trabalhar), mas a intensidade da preferência entre os objetos de comparação. A consistência buscada aqui é o que se chama de consistência cardinal na força de preferência, por exemplo, se viajar é preferido duas vezes a estudar, se estudar é preferido três vezes a trabalhar, então viajar é preferido seis vezes a trabalhar.

Um grande destaque é que a inconsistência é uma violação da proporcionalidade que pode ou não significar uma violação de transitividade. Em outros estudos de consistência é demonstrado que o importante não é o caso de sermos consistentes em comparações específicas, mas quão fortemente a consistência é violada para o estudo geral do problema. Logo, como anteriormente, um indivíduo pode ter uma consistência excelente, no entanto não conhecer sobre o assunto discutido em questão.

Neste ponto, faz-se uma crítica aos outros estudos analisados no decorrer do embasamento teórico deste trabalho, indivíduos sem nenhum grau de instrução e mesmos especialistas, porém sem saber como realmente é feito esse planejamento de investimentos públicos na ótica da política pública foram consultados e muitos deles fizeram julgamentos consistentes, todavia, de acordo com o método, o resultado encontrado pode estar distorcido.

Em outro ponto importante levantado, diz-se que todas as alternativas devem ser apresentadas anteriormente, mesmo que nem todas as variáveis estejam sobre controle das partes envolvidas.

Uma hipótese especulada é a de que os tomadores de decisão não deveriam saber previamente as alternativas propostas, pois simplesmente poderiam ser influenciados por diversos motivos (políticos, interesses, preconceitos, entre outros), contudo essa hipótese é refutada ao olhar das teorias de decisão gerencial, como explícito no terceiro capítulo, pois quando se quer obter e

entender como realmente ocorrem as decisões todos os interesses envolvidos devem ser considerados.

Uma premissa do método é que quando um indivíduo realmente entende o processo, ele conhece os fatores importantes e constantemente examina seus sentimentos quanto a outros fatores também relevantes. Daqui surge um reforço da argumentação da escolha dos gestores públicos que ocupam cargos de alto escalão na administração pública, através de suas inteligências e capacidades de raciocínio conseguem examinar a situação de maneira mais ampla, sempre possuindo em mente a maximização do benefício para a sociedade por meio de medidas efetivas de políticas públicas.

Por último, porém não menos importantes, destacam-se quatro tipos de questões que podem interferir no resultado final do AHP.

- I. Efeito primário, ou se o julgamento pode tender a dar preferência ao que for examinado primeiro;
- II. Efeito do mais recente, ou influência da informação mais recente sobre o que ocorreu antes;
- III. Comportamento dos leigos, onde as pessoas assumem funções de outras e apresentam julgamentos por eles sem uma análise total das pessoas por elas representadas; e
- IV. Tendência a aceitar influência pessoal durante a participação em tomadas de decisões em grupo.

Neste enfoque todas essas questões são válidas, principalmente a quarta, pois os decisores envolvidos já possuem uma relação de intenso contato e podem suprimir discussões tentando evitar conflitos e manter a boa relação pessoal.

De acordo com o método todas essas quatro situações podem acontecer, contudo essas influências serão reduzidas ao passo que designe mais tempo para discussões, que aumente o número de interações repetidas e que se conduza o processo apresentado de maneiras de se precaverem contra tendências pessoais dos decisores.

5. APLICAÇÃO DO MÉTODO

Este capítulo é destinado ao detalhamento e *posteriori* aplicação do método, vislumbrando atender aos objetivos dispostos nesta dissertação e testando a hipótese levantada. O estudo de caso será realizado neste momento, dividido em itens e visando constar de maior clareza por meio do detalhamento da execução do mesmo.

5.1. METODOLOGIA DE CÁLCULO DO AHP

A investigação de problemas relativos ao crescimento econômico, desenvolvimento sustentável e infraestrutura de transporte requer, pela complexidade das variáveis envolvidas, o emprego de avaliação considerando critérios múltiplos (Silva *et. al.*, 2010).

Segundo ainda os autores citados, dados subjetivos exigem uma abordagem qualitativa que, em determinadas condições, permitem ao analista (pesquisador) transformá-la em avaliação quantitativa.

Relembra-se que o *Analytic Hierarchy Process* (AHP) é um método desenvolvido na década de 70 pelo professor Thomas Saaty, com base em conhecimentos matemáticos e psicológicos.

Tal método é utilizado frente à complexidade de um problema, aplicável de decisão, que para atingir um objetivo exige a priorização de alternativas. Baseia-se numa rede de critérios relacionados entre si, conseqüentemente hierarquizando a gama de opções vinculada ao problema.

A fim de auxiliar os *decision makers* a escolher e a justificar sua escolha, o AHP representa e quantifica os elementos do problema. Para isso Saaty (1980) propõe a utilização de decisões em vários níveis hierárquicos e o uso de julgamentos coerentes de avaliação da problemática em questão.

Há na literatura vários autores que definem como priorizar esses critérios designando-lhes pesos (Voogd, 1983; Von Winterfeldt, *et. al.*, 1986). Definindo-se os pesos respectivos de cada critério obtêm-se pontuações parciais e finais para cada opção de escolha. Logo, a partir das pontuações é possível priorizar quais alternativas são mais importantes do que outras, estabelecendo assim um *ranking*.

Conforme Ramos (2000), a comparação de critérios par a par é corroborada em uma matriz quadrada $n \times n$. Sendo que as linhas e colunas representam os critérios que serão julgados; logo, o valor a_{ij} representa a pontuação relativa do critério da linha i comparado ao critério da coluna

j. Sendo a matriz mútua, há necessidade de avaliar-se somente uma metade triangular, uma vez que a outra metade resulta do inverso desta e a diagonal principal admite valores iguais a 1.

Com o intuito de definir as comparações paritárias, adaptou-se a escala criada por Saaty (1980) como mostrado na tabela a seguir:

Tabela 5.1 - Escala de comparação dos critérios

Importância	Definição	Explicação
1	Igualmente importante	Os dois critérios são igualmente importantes
3	Um pouco mais importante	Um critério é ligeiramente mais importante
5	Muito mais importante	Um critério é notoriamente mais importante
7	Muito fortemente mais importante	Um critério é muito mais importante
9	Absolutamente mais importante	Um critério é extremamente mais importante
2, 4, 6 e 8	Valores intermediários	

Fonte: adaptado de Saaty, 1991

Nesse método, assim como os critérios, a gama de alternativas também pode ser julgada par a par sob o ponto de vista dos critérios de último nível, deste modo os avaliadores podem calcular as pontuações parciais e finais respectivas de cada alternativa. Assim como mostra o esquema abaixo:

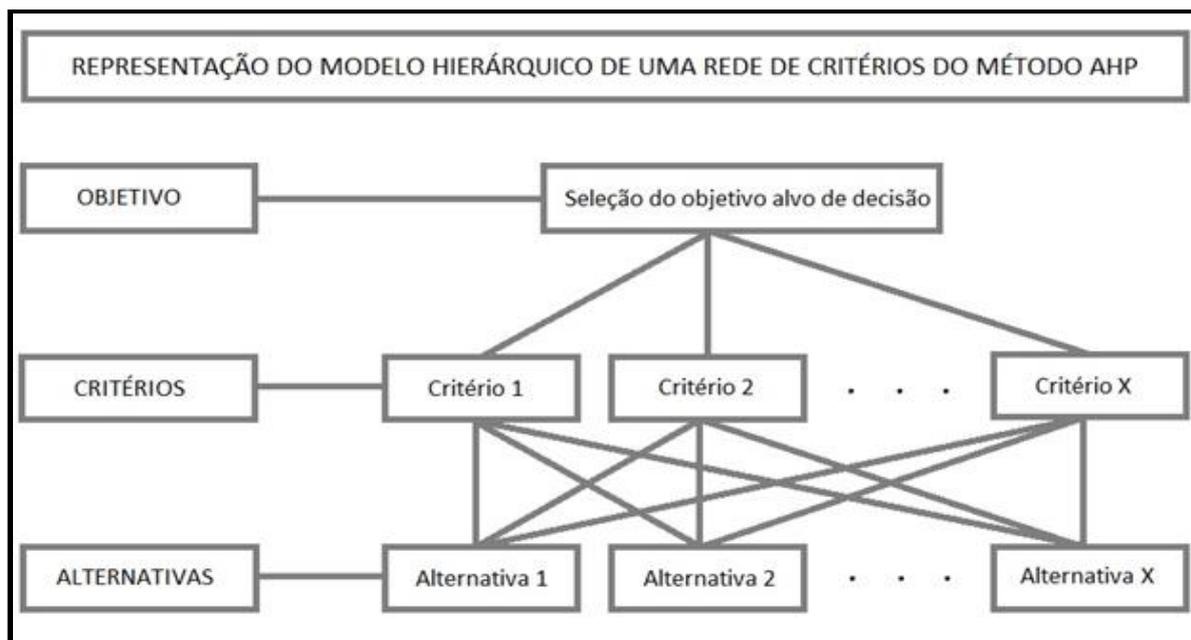


Figura 5.1 - Representação do método AHP

Fonte: o autor, 2015

O método AHP possibilita a existência da subjetividade de julgamentos, contudo uma grande consistência deve estar presente nos julgamentos dos critérios e alternativas adotados, visto que representam fatores decisivos do problema.

Incoerências nos julgamentos podem ser originadas da falta do estabelecimento de critérios e subcritérios ou equívoco de quem está analisando o problema.

Após julgados os critérios e subcritérios é preciso verificar se a problemática em questão foi devidamente analisada e bem estruturada assim como se houve coerência nos julgamentos e também com os critérios avaliados. Para essa verificação calcula-se a razão de consistência, identificada por RC.

O autor propôs quatro maneiras de realizar boas estimativas para os problemas, caso não se utilize de uma ferramenta matemática específica. Sendo assim, será descrita a maneira, conforme o autor, que apresenta a melhor precisão para os resultados, mesmo sabendo que será utilizada uma ferramenta específica, o *Expert Choice*.

O primeiro passo após a realização de todos os julgamentos paritários necessários é dividir cada elemento da matriz pela soma de sua coluna. No caso de uma matriz $n=4$, sabendo que é uma matriz quadrada, ou seja - 4×4 – será criada uma nova matriz com a mesma ordem da anterior.

Sequencialmente, o próximo passo é somar os elementos de cada linha e dividir por n, realizado o cálculo, constará uma nova matriz, porém dessa vez, composta de quatro linhas e uma coluna, ou seja, 4x1. Representando então, os autovetores.

Entretanto conforme já explicitado em parágrafos anteriores, um grande diferencial do método é a análise da consistência dos julgamentos. Segundo Saaty (1991), é possível realizar uma estimativa da consistência conforme será exposto abaixo.

Para o cálculo da razão de consistência (RC) inicialmente deve se obter o índice de consistência (IC) e o índice randômico (IR). Primeiramente, para se obter o IC, cada matriz é avaliada pelo seu autovalor, obtido por meio do produto da multiplicação entre a matriz de julgamentos e o vetor de prioridades. O próximo passo é a realizar a divisão entre a matriz que resultou a multiplicação anterior pelo vetor de prioridades, surgindo uma nova matriz com n linhas e uma coluna. Por último, realiza-se a média aritmética das n linhas, esse procedimento resultará no autovalor $\lambda_{\text{máx}}$.

Obtendo-se o autovalor $\lambda_{\text{máx}}$ e sabendo-se que a ordem da matriz é “n”, calcula-se então o índice ou desvio de consistência (IC). Tal índice serve para mostrar o quanto o máximo autovalor da matriz pareada está afastado do valor esperado e é obtido pela seguinte fórmula:

$$IC = \frac{(\lambda_{\text{máx}} - n)}{(n-1)} \quad (1)$$

Saaty (1991), apresenta o índice de consistência como uma matriz recíproca gerada randomicamente, deste modo especialistas do laboratório nacional norte-americano, *Oak Ridge*, realizaram simulações em matrizes de ordem 1-15. Entretanto, surgiram algumas dúvidas estatísticas devido à amostra ser pequena, então, repetiram-se os cálculos na escola de *Wharton*, porém desta vez com uma amostra 5 vezes maior para matrizes de ordem 1-11. A partir desses estudos foi possível intitular como índice randômico (IR) o índice de consistência aleatória que origina as razões de consistência. Segue a tabela abaixo como referência para os valores do IR:

Tabela 5.2 - Índices randômicos do método AHP

<i>n</i>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>IR</i>	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51

Fonte: Saaty, 1991

Finalmente, as RC são determinadas pela razão entre os dois indicadores que expõem a real consistência dos resultados obtidos pelo método AHP.

$$RC = IC/IR \quad (2)$$

Saaty (1980) estabeleceu que a matriz com um RC de valor menor que 0,10 tem todos os julgamentos coerentes entre si. Já as matrizes com RC entre 0,10 e 0,20 são inconsistentes e as matrizes de $RC > 0,20$ são extremamente inconsistentes.

Para tanto, percebe-se que no método AHP as prioridades numéricas são derivadas para cada uma das alternativas da decisão, sendo mais útil quando se trata de problemas complexos. Em vista dos cálculos consequentes do método e a possibilidade de inúmeros julgamentos sobre o problema de decisão, existem *softwares* para auxiliar a aplicação do AHP e a síntese matemática, como por exemplo, o *software Expert Choice*, o qual será utilizado neste trabalho.

5.2. ESCOLHA DOS ESPECIALISTAS

Como explicitado anteriormente e levando em consideração as conclusões e observações dos trabalhos anteriores (Capdeville, 2010; Furtado, 2014; Rabello Quadros, 2014), ficou evidente que grupos heterogêneos de entrevistados possuem visões também distintas em relação a critérios e subcritérios relevantes durante a priorização de investimentos públicos em rodovias. Aliás, mesmo dentro de grupos homogêneos houve opiniões distintas.

Portanto, já foi verificado que não existe convergência de opiniões dentre grupos diferentes, sendo assim, foi definido que na pesquisa em voga apenas participariam gestores públicos do alto escalão da administração pública federal, remetendo-se a hipótese da dissertação.

Quando se expõe que os tomadores de decisão pertencem ao alto escalão da administração pública federal, quer se dizer que são pessoas ocupantes de cargos em comissão relevantes, como: Coordenadores, Diretores e Secretários.

Afinal, são estes os indivíduos que preparam o material de suporte e participam das reuniões de tomada de decisão. Ainda deve ser ressaltado que a grande maioria deles passaram em concursos públicos e pertencem a diversas carreiras da administração pública federal.

Contudo, antes de se comentar sobre os especialistas escolhidos, será resumidamente explicitado uma comum confusão disseminada sobre a teoria do *stakeholder*. Conforme Mainardes *et. al.* (2011), o surgimento da teoria do *stakeholder* é atribuído a Freeman em 1984,

visto o avanço ocorrido nas organizações motivado, dentre outros fatores, pelo avanço tecnológico e intelectual das últimas décadas do século XX.

Assim como Mainardes *et. al.* (2011), outros autores também compartilham de que o termo *stakeholder* foi amplamente disseminado dentro de instituições públicas e privadas, com diversas interpretações diferentes. Como discussão em questão está fora dos limites desta dissertação, será assumido a visão de que o *stakeholder* é todo o indivíduo ou grupo que possui interesse sobre o assunto, ou seja, é parte interessada.

Define-se, então, que os especialistas escolhidos para participar deste trabalho, podem ser considerados como *stakeholders* por serem parte interessada no processo e também *decision makers*, explicado simplesmente pela tradução como tomadores de decisão.

O motivo da escolha de um grupo de gestores públicos é simples: são eles quem realmente planejam, organizam e ajudam a tomar a decisão do investimento de recursos públicos. Vale ressaltar que a maioria dos membros desse grupo possui relevante formação acadêmica, inclusive alguns são mestres e doutores.

Sendo assim, esse grupo, além de ser formado por técnicos especializados, possui também uma visão mais ampla de políticas públicas, visto que trabalham diariamente com esse assunto.

É mais fácil esperar que esse grupo se baseie em informações mais amplas, como: o ponto de vista de modalidade de transportes; outros investimentos ocorrendo simultaneamente; impactos ambientais e sociais; e situações anteriores que implicam nas ações e preferências de hoje, do que um grupo sem qualificação para tal decisão ou até mesmo especialistas do setor rodoviário, que tendem a especificar melhor as situações micro e podem deixar passar despercebidas questões macro.

Para se obter quais os gestores que deveriam participar do processo, baseou-se no Decreto nº 6.025/07, o qual institui o Programa de Aceleração do Crescimento - PAC, o seu Comitê Gestor, e deu outras providências. Para facilitar o entendimento apresentam-se as figuras 5.2 e 5.3, a primeira demonstra de maneira mais geral quais são os Ministérios de Estado que fazem parte do processo de decisão no âmbito do transporte rodoviário, a segunda demonstra como funcionam os níveis de discussão e o fluxo da informação:



Figura 5.2 - Origem institucional dos tomadores de decisão

Fonte: o autor, 2015



Figura 5.3 - Fluxo de Informação da decisão

Fonte: Muniz, 2013

Assim sendo, foram convidados a participar desta pesquisa 30 *decision makers*, porém 19 deles colaboraram, todos servidores públicos federais e que possuem contato direto com a carteira de empreendimentos rodoviários do PAC.

A composição em relação à formação acadêmica dos entrevistados, dividiu-se em: economistas, engenheiros, administradores, advogados e internacionalista.

No que concerne à distribuição do *decision makers* nas carreiras públicas, eles são: Analistas de Infraestrutura, Analistas de Planejamento e Orçamento, Especialistas em Políticas Públicas e Gestão Governamental, Analista de Finança e Controle e Analista Ambiental.

5.3. IDENTIFICAÇÃO DOS CRITÉRIOS E SUBCRITÉRIOS UTILIZADOS

Sem dúvida, seja esse um dos dois pontos principais da metodologia, devido tal importância que ele impõe sobre os próximos passos. A estruturação do problema feita de maneira equivocada não terá validade quanto ao seu resultado. Portanto, a identificação dos critérios e subcritérios será realizada da maneira mais cuidadosa possível.

Com o intuito de relacionar os principais critérios e estabelecer a hierarquia entre eles da maneira mais verossímil possível, este trabalho apresenta uma proposta diferente dos demais, dividindo-se em etapas, conforme será apresentado mais abaixo.

Todavia, antes de avançar no detalhamento das duas etapas propostas, deve-se ficar claro que existe uma variação da proposta feita por Saaty, pois originalmente é expresso que tanto a definição da hierarquia quanto os julgamentos devem ser feitos numa reunião entre os tomadores de decisão, uma espécie de *brainstorming*.

Embora a proposição deste estudo tenha sido bem recebida entre os decisores, a união de todos eles num mesmo momento para a realização dessa pesquisa se tornou inviável, visto suas respectivas obrigações em seus postos de trabalho.

A fim de mitigar essa variação em relação ao método original, a pesquisa teve de ser melhor planejada. Os gestores foram divididos em grupos menores, ocorrendo discussões paralelas visando identificar os critérios relevantes e como eles se comunicam. Obviamente surgiram várias propostas de acordo com descrito por cada grupo. Segue-se um fluxograma para melhor explicitar como foi estabelecida a pesquisa:

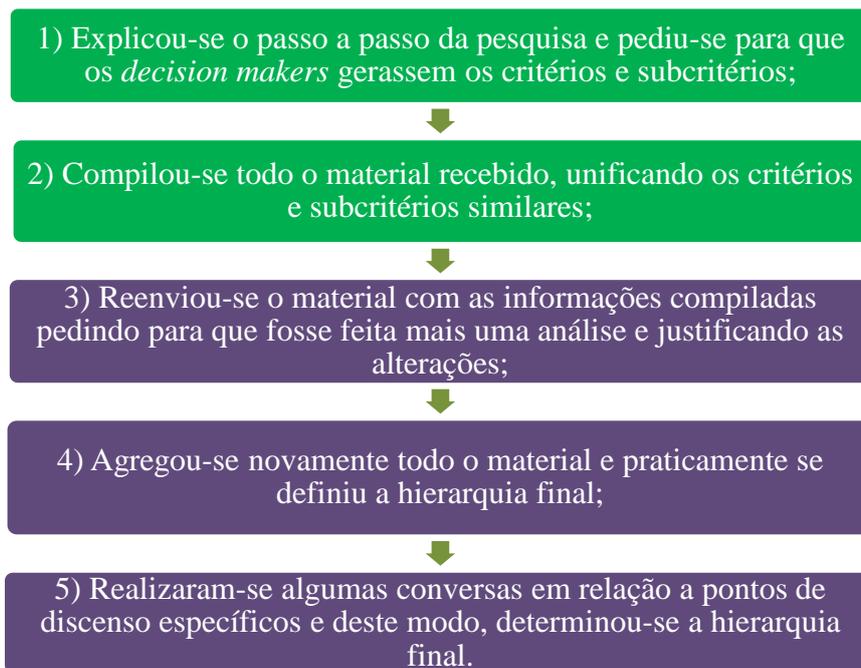


Figura 5.4 – Etapas para o estabelecimento da hierarquia

Fonte: o autor, 2016

A primeira etapa, definida pelos retângulos verdes nos itens 1 e 2 da Fig. 5.4, é o momento onde há o primeiro contato dos gestores públicos com a pesquisa em voga. Como relatado por Chiavenato, (1983) e Gomes (1999), a explicação inicial sobre a pesquisa é crucial para o sucesso da mesma. Portanto, além do envio de material escrito também devem ser realizadas explicações orais para os tomadores de decisão.

Devido à importância do item 1 esse processo precisa ser dirigido de forma bastante cautelosa, no caso em questão houve uma excelente compreensão por parte dos entrevistados e os resultados do item 1 foram bastante satisfatórios.

A segunda etapa, definida pelos retângulos roxos nos itens 3, 4 e 5 da Fig. 5.4, representa um instante da pesquisa onde os entrevistados já possuem maior contato com o tema e é designado por um nível de refinamento das informações.

Na segunda etapa todos receberam o material enviado na etapa 1, fazendo alterações significativas. Alguns deles fizeram comentários interessantes, pois perceberam que haviam esquecido de critérios/subcritérios importantes, sem os quais, na visão dos próprios, não estaria correto a priorização de investimento. Para melhor exemplificar, dois subcritérios relatados foram: “Distribuição regional das obras” e “Prazo de conclusão da obra”.

Após recebido todos os critérios impactantes na tomada de decisão e as hierarquias por eles formadas, coube a esta pesquisa compatibilizar todas as informações e gerar uma grande hierarquia com todas as informações recebidas.

Embora o resultado fosse bastante embrionário, algumas convergências surgiram, demonstrando critérios já pacificados como relevantes e, poder-se-ia assim interpretar hipoteticamente, que esses critérios repetidos apresentariam uma correlação com os critérios mais relevantes após o final de todo o processo. O que será possível verificar no capítulo de análise de resultados.

Abaixo segue o primeiro material enviado pelos *decision makers*. Para facilitar o entendimento são apresentadas duas listas compiladas após o tratamento de inúmeras sobreposições; a primeira em relação aos critérios e a segunda em relação aos subcritérios:

Tabela 5.3 – Critérios identificados

Aspectos Econômicos
Aspectos Físicos
Aspectos Socioambientais
Volume Médio Diário (VMD)
Classificação da rodovia
Infraestrutura concorrentes
Políticos / Estratégicos
Riscos
Ambientais
Logísticos
Técnicos
Sociais

Fonte: o autor, 2016

Tabela 5.4 – Subcritérios identificados

Fluxo de passageiros	População beneficiada
Fluxo de carga	Integração regional
Distância entre origem/destino	Impactos ambientais
Custos dos empreendimentos	Eixo logístico nacional
Impacto no custo logístico	Níveis de volume de tráfego
Custo de transporte de passageiros	Nível de serviço
Custo de transporte de cargas	Ligações internacionais
Aumento de eficiência	Multimodalidade
Uso e ocupação do solo	Segurança nacional
Segurança e bem-estar do usuário	Prazo de conclusão da obra
Concentração regional das obras	Geração de empregos
Disponibilidade orçamentária/financeira	Acidentes fatais
Dificuldade de desapropriação	Renda média da população
Corredores de exportação/importação	

Fonte: o autor, 2016

Primeiramente deve ser comentado que houve critérios citados em praticamente todas as análises, “Econômicos” e “Sociais”, por exemplo. Critérios definidos como “Ambientais” e “Técnicos”, como já era de se esperar, também se encontram presentes na lista.

Neste primeiro momento, surgiram alguns pontos que não foram tão expostos na literatura revisada como critérios, entretanto como subcritérios. Como é o caso de “Classificação da rodovia” e ‘Volume Médio Diário’.

Por último, assim como declarado hipoteticamente em linhas anteriores, informou-se um dos critérios ainda não tão bem explorado pelos outros trabalhos acadêmicos, o critério Político.

No que concerne aos subcritérios, existe uma vasta diversidade de itens que são importantes durante o processo de identificação de empreendimentos rodoviários estratégicos. Essa lista da Tab. 5.4, pode ser subdividida em duas partes com análises distintas.

A primeira subdivisão representa os subcritérios já observados recorrentemente na maioria dos trabalhos acadêmicos citados na Tab 2.3, como também em diversas consultorias e Planos de Estado, como é o caso do Plano Nacional de Logística e Transporte (PNLT). São exemplos

deles: custo do empreendimento, impacto logístico, multimodalidade, impactos ambientais, acidentes, entre outros.

A segunda subdivisão apresenta, na luz desta dissertação, subcritérios que também servem de suporte para a tomada de decisão, porém não observados de maneira trivial. Neste caso, pode-se interpretar que surgem a partir do intelecto de gestores públicos que estão preocupados com o usuário da rodovia, como se pode observar no subcritério “Segurança e bem-estar do usuário” ou na visão de quem vive o dia a dia da implementação das políticas públicas, como no momento em que se importam com a possível “Dificuldade de desapropriação”.

Ou ainda, com o tomador de decisão que está preocupado com o fluxo orçamentário e financeiro do empreendimento, visto que não depende apenas do Poder Executivo, mas também da Lei Orçamentária Anual (LOA), onde numa visão simplificada, o Poder Legislativo autoriza o Poder executivo a destinar recursos para cada obra em específico, por meio das ações orçamentárias.

Alguns pontos, similares aos listados acima, serão apresentados mais à frente. Independentemente de qualquer análise e após a primeira troca de informações com os gestores públicos, começa-se a perceber alguns pontos que podem justificar de alguma maneira o motivo da existência de divergências entre a priorização de obras realizadas pelos especialistas em planejamento de transportes em relação ao que se observa na prática.

Feita a junção de todo o material proposto e o tratamento das sobreposições, retornou-se aos tomadores de decisão uma hierarquia. Como material de suporte, foram também enviados separadamente todos os critérios e subcritérios não repetidos levantados durante a revisão da literatura, como exposto anteriormente e informações apresentadas por Jannuzzi (2012).

Dessa forma, obteve-se uma primeira conclusão, todos alteraram no mínimo um ponto da primeira versão realizada por eles próprios, revelando então a importância do *brainstorming*, ou melhor, descrito como *brainwriting*.

Um ponto a ser destacado foi que surgiram dois novos subcritérios que não foram citados na primeira etapa, talvez eles possam ter sido relacionados após uma análise mais profunda dos tomadores de decisão ou talvez suas preferências se modificaram no decorrer no tempo, como já exposto teoricamente no capítulo 3. Na análise dos resultados será possível observar outros aprendizados similares ao citado acima.

Avançando na explicação da obtenção das informações, o material foi analisado novamente, com a diferença, desta vez, de um pedido de explicação da motivação que levou a retirar/introduzir os critérios. Assim como proposto por Saaty, fato é que com algumas interações e discussões, as informações foram sendo lapidadas até se obter o resultado final.

Assim sendo, foi possível gerar a hierarquia final desta dissertação, havendo consenso pelos tomadores de decisão na maioria dos critérios e subcritérios. Nos casos em que persistiram divergências, alguns itens foram resolvidos após um diálogo mais profundo e outros, simplesmente pela maior quantidade de tomadores de decisão que apoiaram (Modelo de Força Simples), por exemplo o caso do subcritério “Uso e ocupação do solo”, a maior parte dos entrevistados decidiu por retirar esse item da hierarquia.

Deste modo, segue a figura 5.5 com a hierarquia final referente aos critérios e subcritérios julgados relevantes na priorização de investimento público em infraestrutura rodoviária pelos *decision makers*.

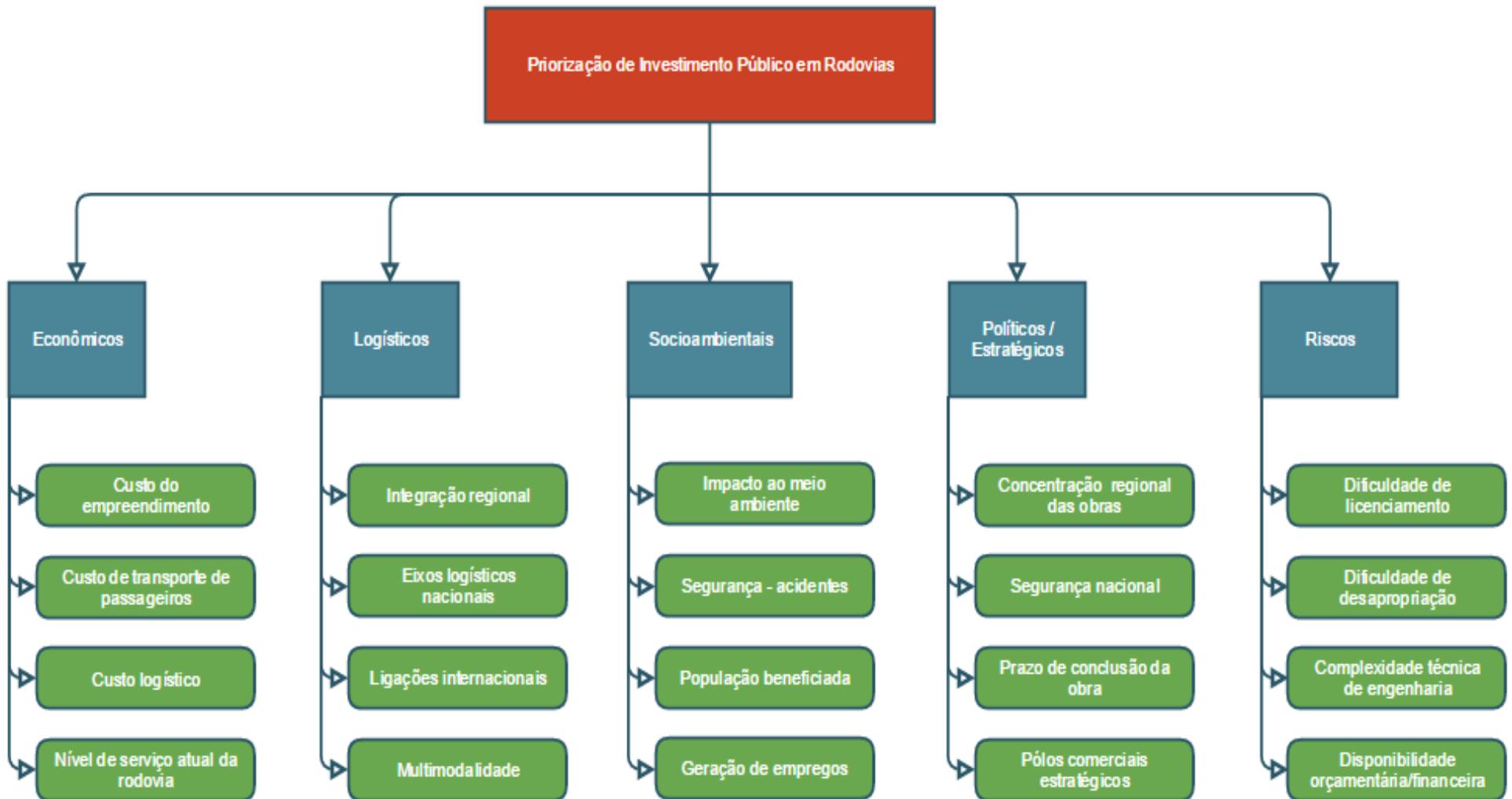


Figura 5.5 – Hierarquia final

Fonte: o autor, 2016

Finalizada a hierarquia, é possível avançar na discussão explicitada no item 4.2 no que tange às quatro questões que poderiam interferir no resultado final. É fato que todo o processo que envolve discussão pode ser influenciado por inúmeros motivos, contudo ao seguir o raciocínio redigido no item 4.2 que concerne ao efeito do mais recente e ao efeito primário, identifica-se que ambos são bastante mitigados devido à ocorrência da transmissão de informações em momentos distintos, quer seja pelo fato do *brainstorming* entre os grupos, quer seja pelo próprio *brainwriting*.

Outra questão que poderia afetar o resultado final refere-se ao comportamento pessoal de cada indivíduo, a fim de combater essa questão evitou-se buscar informações de apenas um indivíduo de cada órgão público.

Por último, é válido o esclarecimento sobre o motivo pelo qual o subcritério “Custo logístico” está vinculado ao critério “Econômicos” e não ao “Logísticos”. O critério “Econômicos” relaciona impactos econômicos e financeiros de maneira direta, possível de ser quantificado em termos monetários. Já o critério “Logísticos” foi criado pensando na malha viária e suas ligações, ou seja, voltado para a disponibilidade de infraestrutura.

Vale ressaltar que a estrutura do custo logístico é composta pela soma dos custos de armazenagem, estoque, administração, trâmites legais e transporte (Ministério dos Transportes, 2011). Deste modo, aponta-se que os decisores escolheram o termo “Custo logístico” pensando no seu impacto no frete, logo o subcritério deveria se chamar “Custo de transporte”. Todavia, definiu-se pela utilização do termo empregado pelos entrevistados.

5.4. ESCOLHA DAS OBRAS A SEREM PRIORIZADAS

Neste item são apresentadas as sete obras que serão ranqueadas conforme o método proposto nesta dissertação. Visto o interesse dos *stakeholders* em relação ao escopo deste trabalho, a escolha dos sete empreendimentos resultou de um processo de discussão com alguns deles, selecionando obras consideradas relevantes para o país, sabendo-se que todas elas compõem a carteira de empreendimentos rodoviários do PAC.

É evidente que uma amostra de sete é muito pequena para representar os 180 empreendimentos rodoviários que constam no PAC. No levantamento, objetivando identificar a regionalização dessas obras, detectou-se: 34 no Sul, 32 no Sudeste, 65 no Nordeste, 33 no Norte e 16 no Centro-Oeste. Ainda no que tange à estratificação da carteira, observa-se uma maioria de empreendimentos de Adequação de Capacidade/Duplicação.

Boa parte da distribuição das obras está próxima a portos ou corredores de exportação e também das capitais estaduais. Frente ao exposto, a seleção dessas sete obras é fruto de uma mescla de regionalização, ou seja, foram escolhidas obras na região Nordeste, Sudeste e Sul. Além disso, seis obras possuem como intervenção a adequação e duplicação das faixas de rolamento da rodovia e uma obra refere-se à construção

Também se informa que os empreendimentos possuem *status* distintos, como: Ação preparatória, Contrato assinado e Obras iniciadas. Abaixo, apresenta-se uma tabela com os dados resumidos:

Tabela 5.5 - Obras selecionadas

Identificação	Descrição	Extensão (km)	Status	Investimento (R\$ milhões)	Prazo de conclusão
BR-222/CE	Duplicação do acesso rodoviário ao Porto de Pecém (km 11 ao km 35) e (CE 155) - Duplicação do Acesso ao Porto de Pecém	44,3	Ação preparatória	500	30/12/2020
BR-101/BA	Duplicação Divisa SE/BA - Feira de Santana	169,2	Contrato assinado	829	03/02/2023
BR-470/SC	Duplicação Navegantes - Blumenau	73,2	Obras iniciadas	1.172	04/07/2022
BR-381/MG	Duplicação Governador Valadares - Belo Horizonte	317,0	Obras iniciadas	3.422	03/12/2021
BR-163/PR	Adequação Entr. BR-277 (Cascavel) - Marmelândia	74,0	Contrato assinado	435	30/12/2017
BR-392/RS	Duplicação Pelotas - Rio Grande	84,3	Ação preparatória	714	03/08/2020
BR-235/BA	Construção Div SE/BA - Div BA/PI	663,6	Obras iniciadas	1.113	30/12/2020

Fonte: o autor, 2015

O mapa utilizado para identificação dos empreendimentos foi o publicado oficialmente pelo Ministério dos Transportes junto ao Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. A seguir, apresenta-se uma das obras escolhidas, o trecho onde possui ou possuirá intervenção está representado por linhas em azul. Os outros seis empreendimentos seguem a mesma lógica e estão inseridos no Apêndice A.



Figura 5.6 - BR-222/CE

Fonte: adaptado Ministérios dos Transportes, 2015

Simplemente a partir da análise dos mapas, pode se obter diversas informações relevantes para este trabalho. Por exemplo, é fácil identificar quais estados brasileiros possuem a malha rodoviária mais e menos densa (linhas em vermelho representam rodovias federais e linhas em verde representam rodovias estaduais). É perceptível também a visualização da integração entre as modalidades de transporte, por meio da existência de ferrovias, aeroportos e portos.

Por último, cabe destacar que todas as informações relativas a esses empreendimentos no que concerne ao escopo desta pesquisa foram levantadas e estão explicadas no capítulo 5.5.

5.5. DADOS DOS EMPREENDIMENTOS E ESCALAS DE AVALIAÇÃO

Neste capítulo é apresentado como foram levantados todos os dados necessários de cada empreendimento, para que fosse possível atender à necessidade exigida pela hierarquia de critérios e subcritérios desta dissertação.

É extremamente importante entender que o problema, hipótese e justificativa deste trabalho estão voltados para a identificação dos critérios e subcritérios, além da definição dos respectivos pesos, objetivando entender o que é relevante para a priorização do investimento público em rodovias. Frente ao informado e visando atender a um dos objetivos desta dissertação, na qual

se quer demonstrar a real possibilidade da utilização desse método para sistematizar o processo de decisão, é necessário o levantamento de informações sobre todos os subcritérios.

Assim sendo, é uma limitação do escopo desta dissertação o levantamento de todas as informações existentes de todos os subcritérios, portanto foram feitas muitas simplificações para que se fosse possível atender ao proposto inicialmente. Essa limitação é explicitada no último capítulo deste trabalho e sugere-se como recomendação de pontos de partida para futuros trabalhos científicos.

Após esta introdução, outro ponto abordado neste capítulo concerne sobre as escalas de avaliação. Devido à característica dos subcritérios, interpreta-se a necessidade de realizar dois tipos diferentes de escala de avaliação.

Pois bem, subcritérios como: custo do empreendimento, população beneficiada e geração de empregos são quantificáveis e para realizar uma equivalência entre eles é necessário promover a harmonização e normalização dos dados. Entretanto, subcritérios como dificuldade de licenciamento, dificuldade de desapropriação e complexidade técnica de engenharia não são quantificáveis, portanto a *priori* é necessária a avaliação prévia e a *posteriori* executa-se a harmonização e normalização; para estes casos será utilizada uma escala de *Likert* padrão.

A escala de *Likert* é um processo muito simples, onde especialistas da área informam o grau de importância do que está em avaliação. No caso desta dissertação definiu-se que para todo o subcritério que não seja possível levantar informações quantitativas, deve-se ser consultado um especialista para a obtenção do grau de importância. A escala de *Likert* consiste em cinco itens (Capdeville, 2010), conforme abaixo:

1. Não importante;
2. Pouco importante;
3. Importante;
4. Muito importante; e
5. Extremamente importante.

Numa análise simplista, pode se identificar o AHP com um conceito parecido ao exposto por *Rensis Likert*. É óbvio que o AHP é superiormente complexo se fosse comparado, contudo a ideia para se coletar opiniões de atores diferentes possui semelhança.

Retornando ao caso de subcritérios que possam ser quantificados, os procedimentos de harmonização e normalização nada mais são que escalas de equivalência entre os dados analisados. Caso os dados não sejam normalizados, existe a possibilidade de distorção dos resultados.

O processo consiste em, após o levantamento de todos os dados quantitativos, identificar o de maior valor (caso seja um subcritério de benefício positivo, ou seja, quanto maior a população atingida pela obra, maior é o benefício) e igualar ele a 1.

O próximo passo é realizar a proporção de todos os dados obtidos com o de maior valor, sendo que, obrigatoriamente, todos os resultados devem ser menores que 1. Então, é necessário somar todos os resultados obtidos e realizar novamente a proporção desse novo número em relação ao somatório de todos os números gerados. Para facilitar o entendimento, apresenta-se um exemplo retirado da literatura (Rabello Quadros, 2014).

Tabela 5.6 - Exemplo da harmonização e normalização dos dados

Alternativa (Código)	Integração Modal (u.n.)	Normalizado	
		(u.n./u.n.Máx)	$\frac{(u.n./u.n.Máx)}{\sum \% (u.n./u.n.Máx)}$
A01_1	3	0,231	0,0698
A01_2	7	0,538	0,1626
A01_3	3	0,231	0,0698
A01_4	4	0,308	0,0930
A01_5	0	0,000	0,0000
A01_6	2	0,154	0,0465
A01_7	1	0,077	0,0233
A01_8	1	0,077	0,0233
A01_9	1	0,077	0,0233
A01_10	1	0,077	0,0233
A01_11	0	0,000	0,0000
A01_12	0	0,000	0,0000
A01_13	1	0,077	0,0233
A02_1	13*	1,000	0,3022
A03_1	6	0,462	0,1396
$\sum \% \left(\frac{u.n.}{u.n.Máx} \right)$		3,309	Pesos C3

* Máximo valor, u. n. Máx = 13

Fonte: Rabello Quadros, 2014

Apresenta-se, abaixo, os subcritérios, diferenciando-os em relação a serem diretamente quantificáveis e os que precisam primeiramente ser definidos pela escala *Likert*.

Tabela 5.7 – Subdivisão do levantamento dos dados dos subcritérios

Relação dos subcritérios	Dados quantificáveis	Escala Likert
Econômicos		
Custo do empreendimento (menor)	X	
Custo de transporte de passageiros (maior)	X	
Custo logístico (maior)		X
Nível de serviço atual da rodovia (menor)	X	
Logísticos		
Integração regional (maior)	X	
Eixos logísticos nacionais (maior)	X	
Ligações internacionais (maior)	X	
Multimodalidade (maior)	X	
Socioambientais		
Impacto ao meio ambiente (menor)		X
Segurança – acidentes (maior)	X	
População beneficiada (maior)	X	
Geração de empregos (maior)	X	
Políticos / Estratégicos		
Concentração regional das obras (menor)	X	
Segurança nacional (maior)	X	
Prazo de conclusão da obra (menor)	X	
Pólos comerciais estratégicos (maior)	X	
Riscos		
Dificuldade de licenciamento (menor)		X
Dificuldade de desapropriação (menor)		X
Complexidade técnica de engenharia (menor)		X
Disponibilidade orçamentária/financeira (maior)	X	

Fonte: o autor, 2016

O subcritério “Custo logístico” (em vermelho) é uma exceção, pois apesar de ser quantificável não foi possível coletar dados que atendiam ao proposto nesta etapa do trabalho. Portanto, sua avaliação foi realizada por meio da escala *Likert*.

É crucial entender a motivação da inserção das palavras “maior” e “menor” após cada subcritério. Este modo de representação significa expressar se o critério tem benefício positivo ou negativo na priorização. Por exemplo, quanto maior for o custo do empreendimento menor é a tendência de ele ser priorizado, pois a lógica é de que sempre se faça o investimento com o menor montante de recurso possível.

Já em outro exemplo, quanto maior for a população beneficiada, maior é a tendência de ela ser priorizada. Sendo assim, a normalização dos dados deve respeitar este raciocínio.

Serão apresentados abaixo todos os subcritérios, suas informações, como eles foram levantados, quais as fontes observadas, quais foram as limitações e informações relevantes para o entendimento.

I. Custo do empreendimento - (quanto menor for o custo do empreendimento maior será a necessidade de priorização) – os dados são observados por meio dos Balanços do PAC, das Cartilhas Regionais criadas pela própria Secretaria do Programa de Aceleração do Crescimento (SEPAC) e do Plano Plurianual 2016-2019 – Anexo III. A unidade de medida é R\$ milhões.

Tabela 5.8 – Dados sobre o custo do empreendimento

Alternativa	Custo do empreendimento (R\$ milhões)	Normalizado	
		(R\$ _{min} /R\$)	$\frac{(R\$_{min}/R\$)}{\sum (R\$_{min}/R\$)}$
BR-222/CE	500	0,8700	0,2235
BR-101/BA	829	0,5247	0,1348
BR-470/SC	1172	0,3712	0,0953
BR-381/MG	3422	0,1271	0,0327
BR-163/PR	435*	1,0000	0,2569
BR-392/RS	714	0,6092	0,1565
BR-235/BA	1113	0,3908	0,1004

*Mínimo Valor
R\$ 435 milhões

Pesos

Fonte: o autor, 2016

II. Custo de transporte de passageiros – (quanto maior for o custo de transporte de passageiros maior será a necessidade de priorização) a obtenção dos preços dos bilhetes do transporte rodoviário por meio de ônibus foi obtida via consulta na internet, por meio do *site* das empresas que realizam o transporte. Para evitar uma possível distorção, devido ao período de cotação das passagens e também possíveis impactos sazonais, adotou-se realizar a cotação com 15 dias de antecedência da prestação do serviço em questão, além se serem realizadas todas no mesmo dia.

A fim de atender aos objetivos da pesquisa, foram identificadas as cidades mais próximas do início e fim de cada empreendimento para a realização da cotação. Portanto, em alguns casos o trecho orçado foi de uma distância superior à extensão das obras, sendo adotadas análises de proporções entre a tarifa e a distância do percurso.

Na BR-235/BA, não foi possível encontrar linhas de transporte rodoviário que atendessem aos requisitos impostos pelo trabalho, no entanto foram feitas cotações entre trechos parciais para que fosse possível extrapolar os dados e encontrar uma tarifa quilométrica.

Por último, informa-se que os transportes entre Fortaleza e Pecém, apesar dos seus quase 45 km de distância, possuem características muito mais similares a transportes

metropolitanos do que as linhas de transporte inter-regionais, obviamente a tarifa quilométrica foi a menor entre todos os trechos.

Do ponto de vista do custo do transporte de passageiros, a lógica é de que quanto maior seja a tarifa quilométrica, maior será a necessidade de se realizar o investimento para diminuir essa tarifa.

Tabela 5.9 – Dados sobre o custo de transportes de passageiros

Alternativa	Preço dos bilhetes (R\$/km)	Normalizado	
		$(R\$/R\$_{m\acute{a}x})$	$\frac{(R\$_{m\acute{a}x}/R\$)}{\sum(R\$_{m\acute{a}x}/R\$)}$
BR-222/CE	0,1354	0,2902	0,0836
BR-101/BA	0,1790	0,3836	0,1105
BR-470/SC	0,2600	0,5571	0,1605
BR-381/MG	0,4667*	1,0000	0,2881
BR-163/PR	0,2326	0,4985	0,1436
BR-392/RS	0,1667	0,3571	0,1029
BR-235/BA	0,1797	0,3851	0,1109

*Máximo Valor
0,4667 R\$/km

Pesos

Fonte: o autor, 2016

III. Custo logístico – (quanto maior for o custo logístico maior será a necessidade de priorização) primeiramente cabe lembrar que o termo correto seria ‘Custo de transporte’, vide o exposto no item 5.3.

Para o levantamento das informações, inicialmente tentou-se visualizar os fretes práticos nas rodovias pelo Sistema de Informações de Fretes – SIFRECA, todavia não foi conseguido o acesso. A segunda opção foi buscar cotações online de frete em empresas que oferecem o serviço, contudo também não foi possível obter os números para as sete rodovias em questão.

Sendo assim, determinou-se utilizar os conhecimentos de um especialista e realizar a avaliação pela escala *Likert*.

Tabela 5.10 – Dados sobre o custo logístico

Alternativa	Custo logístico (un)	Normalizado	
		$(R\$/R\$_{m\acute{a}x})$	$\frac{(R\$_{m\acute{a}x}/R\$)}{\sum(R\$_{m\acute{a}x}/R\$)}$
BR-222/CE	3	0,6000	0,1250
BR-101/BA	4	0,8000	0,1667
BR-470/SC	4	0,8000	0,1667
BR-381/MG	5*	1,0000	0,2083
BR-163/PR	2	0,4000	0,0833
BR-392/RS	3	0,6000	0,1250
BR-235/BA	3	0,6000	0,1250

*Máximo Valor
5 um

Pesos

Fonte: o autor, 2016

IV. Nível atual de serviço da rodovia – (quanto menor for a velocidade média maior será a necessidade de priorização) na visão dos *decision makers* esse subcritério representa um conjunto de fatores que estão interrelacionados e que conferem características específicas para cada rodovia, pensando desde o conforto do usuário até o fluxo de tráfego existente.

Em geral, foram identificados como fatores a serem levantados para esse subcritério o fluxo do tráfego (mensurado pelo VMD), quantidade de faixas de rolamento existentes, tempo da viagem, condição do pavimento, relevo da região, impedâncias de fluxo (por exemplo travessias urbanas) e conforto do usuário.

Sem dúvida é uma lista extensa, entretanto pode ser observado que todos estes itens estão relacionados com a velocidade média dos veículos, pois caso o pavimento esteja em péssimas condições o condutor reduz a velocidade ou com aumento do VMD e a permanência de apenas uma faixa de rolamento, a velocidade média para o trecho também será menor.

Portanto, visto as simplificações e limitações já relatadas anteriormente, utilizou-se como parâmetro para esse subcritério, a velocidade média do trecho estudado. Para tal levantamento e devido à falta de recursos humanos e financeiros para ir até o local, foram realizadas cinco medições em dias e horários diferentes para cada rodovia (objetivando

minimizar possíveis sazonalidades) por meio do *Google Maps*. Ao final, definiu-se a velocidade média de cada trecho, por meio da média aritmética das cinco medições realizadas.

Tabela 5.11 – Dados sobre o nível atual de serviço da rodovia

Alternativa	Velocidade média (km/h)	Normalizado	
		(R\$ _{min} /R\$)	$\frac{(R\$_{min}/R\$)}{\sum (R\$_{min}/R\$)}$
BR-222/CE	66,5	0,8160	0,1414
BR-101/BA	76,9	0,7050	0,1222
BR-470/SC	54,2*	1,0000	0,1733
BR-381/MG	70,4	0,7697	0,1334
BR-163/PR	67,3	0,8060	0,1397
BR-392/RS	66,6	0,8147	0,1412
BR-235/BA	63,2	0,8579	0,1487

*Mínimo Valor
54,2 km/h

Pesos

Fonte: o autor, 2016

V. Integração regional – (quanto maior for a capacidade de integração regional maior será a necessidade de priorização) no que concerne à interpretação como transporte regional, foram definidos dois modos de integração. O primeiro reflete o aspecto em que se a rodovia cruza mais de um estado ela é considerada como integração regional. Para essa avaliação não importa se o empreendimento estudado atravessa mais de um estado, o importante é se qualquer trecho da rodovia com aquela numeração o faz. Por exemplo, a BR-381 cruza três estados brasileiros, logo ela é de integração regional.

O segundo modo de integração não é tão objetivo quanto o primeiro, no entanto é a base para o desenvolvimento de algumas regiões, redução das desigualdades sociais e econômicas. Essa integração regional é aquela em que não existe infraestrutura viária ou se existe é de péssima qualidade, onde por meio de pavimentação ou até mesmo da construção de uma nova rodovia é propiciada uma nova ligação entre regiões. Este é o típico caso da BR-235/BA.

Sendo assim, para efeitos deste trabalho, cada um dos dois tipos de integração recebe um ponto, caso seja verificado. Para a avaliação destes quesitos, foram feitas pesquisas no Sistema Nacional de Viação (2015), nos mapas multimodais do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (2015) e no *Google Earth* (2015).

Tabela 5.12 – Dados sobre o custo de transportes de passageiros

Alternativa	Integração regional (un.)	Normalizado	
		(un./un.máx)	$\frac{(un_{máx}/un)}{\sum(un_{máx}/un)}$
BR-222/CE	1	0,5000	0,1429
BR-101/BA	1	0,5000	0,1429
BR-470/SC	1	0,5000	0,1429
BR-381/MG	1	0,5000	0,1429
BR-163/PR	1	0,5000	0,1429
BR-392/RS	0	0,0000	0,0000
BR-235/BA	2*	1,0000	0,2857

*Máximo Valor
2 un.

Pesos

Fonte: o autor, 2016

VI. Eixos logísticos nacionais – (quanto maior for a aderência com eixos logísticos nacionais maior será a necessidade de priorização) no que tange aos eixos logísticos nacionais a interpretação é similar ao exposto no subcritério de integração regional, neste item também foram definidos dois modos onde se considera eixo logístico nacional. O primeiro representa rodovias que cortam no mínimo duas das cinco regiões brasileiras. Por exemplo, a BR-101 atravessa tanto a região Sul quanto a Sudeste e Nordeste, portanto é um eixo logístico nacional.

O segundo modo de interpretação de eixo logístico nacional refere-se a rodovias que ligam as capitais de estado ou do distrito federal, entretanto existe um nuance a ser pontuado, somente o empreendimento será pontuado baseado neste segundo modo de interpretação, caso ele se faça presente entre as capitais, ou seja, mesmo que a rodovia ligue as capitais, mas as obras não estejam previstas no tramo rodoviário entre as capitais, não será computado como eixo logístico.

Para facilitar a explicação, seguem exemplos: o empreendimento da BR-101/BA além de ser computado no primeiro modo de interpretação é também computado no segundo, pois a obra se encontra entre as capitais Aracaju/SE e Vitória/ES. Lembrando que Salvador/BA não é interceptada pela BR-101.

Entretanto no caso da BR-163/PR, o empreendimento não é computado por meio do segundo modo de interpretação, pois mesmo se sabendo que a BR-163 liga Campo Grande/MS a Cuiabá/MT, o trecho especificado não está entre essas capitais.

Para a avaliação dos quesitos foram feitas pesquisas nas mesmas fontes do subcritério anterior, sendo: Sistema Nacional de Viação (2015), nos mapas multimodais do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (2015) e no *Google Earth* (2015).

Tabela 5.13 – Dados sobre os eixos logísticos nacionais

Alternativa	Eixos logísticos nacionais (un.)	Normalizado	
		(un./un. _{máx})	$\frac{(un_{máx}/un)}{\sum(un_{máx}/un)}$
BR-222/CE	1	0,5000	0,2000
BR-101/BA	2*	1,0000	0,4000
BR-470/SC	0	0,0000	0,0000
BR-381/MG	0	0,0000	0,0000
BR-163/PR	1	0,5000	0,2000
BR-392/RS	0	0,0000	0,0000
BR-235/BA	1	0,5000	0,2000

*Máximo Valor
2 un.

Pesos

Fonte: o autor, 2016

VII. Ligações internacionais – (quanto maior for a quantidade de ligações internacionais maior será a necessidade de priorização) o objetivo da existência desse subcritério, do ponto de vista dos tomadores de decisão, reflete capturar a comercialização de produtos com os outros países, portanto foram consideradas tanto a quantidade de ligações internacionais terrestres quanto a ligação com complexos portuário, vide ao fato da troca de mercadorias com outros países. Poderia ainda ser analisada a logística de aeroportos internacionais que

exportam e importam cargas de alto valor agregado, porém decidiu-se delimitar a avaliação apenas ao exposto acima.

Para a avaliação dos quesitos foram feitas pesquisas nos mapas multimodais do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (2015), no *Google Earth* (2015) e no mapa de Portos Organizados do Brasil da Agência Nacional de Infraestrutura Aquaviária – ANTAQ (2016).

Entretanto, visto que as rodovias poderiam não estar diretamente correlacionadas a ligações internacionais, pediu-se o conselho de dois especialistas para identificar se a obra em questão poderia estar numa área de influência. Por exemplo, a BR-101/BA, apesar de não estar ligada diretamente a um porto, é considerada como uma rota logística que influencia tanto o escoamento para o porto de Suape/PE quanto para o porto de Salvador/BA.

Tabela 5.14 – Dados sobre as ligações internacionais

Alternativa	Ligações internacionais (un.)	Normalizado	
		(un./un. _{máx})	$\frac{(un_{máx}/un)}{\sum(un_{máx}/un)}$
BR-222/CE	2	0,5000	0,2000
BR-101/BA	4*	1,0000	0,4000
BR-470/SC	1	0,2500	0,1000
BR-381/MG	1	0,2500	0,1000
BR-163/PR	0	0,0000	0,0000
BR-392/RS	2	0,5000	0,2000
BR-235/BA	0	0,0000	0,0000

*Máximo Valor
4 un.

Pesos

Fonte: o autor, 2016

VIII. Multimodalidade – (quanto maior for a quantidade de integrações modais maior será a necessidade de priorização) para efeitos de coletar dados sobre multimodalidade foram determinadas as ligações com ferrovias em operação e as que atualmente estão em construção, excluindo-se as ferrovias planejadas. Além disso, identificaram-se áreas de transbordo de carga entre as modalidades de transporte rodoviário-aquaviário e, por fim, os aeroportos que serão atendidos por estas rodovias.

Mais uma vez foram observadas áreas de influência de cada situação de transferência de modalidade de transportes. Para a obtenção dos dados, foram utilizados os mapas multimodais do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (2015).

Tabela 5.15 – Dados sobre multimodalidade

Alternativa	Multimodalidade (un.)				Normalizado	
	Ferrovias (un.)	Navegação de interiores / Marítimas (un.)	Aeroportos (un.)	Total (un.)	(un./un. <i>máx</i>)	$\frac{(un_{máx}/un)}{\sum(un_{máx}/un)}$
BR-222/CE	1	1	1	3	0,6000	0,1111
BR-101/BA	1	0	2	3	0,6000	0,1111
BR-470/SC	0	1	2	3	0,6000	0,1111
BR-381/MG	1	0	4	5*	1,0000	0,1852
BR-163/PR	1	0	2	3	0,6000	0,1111
BR-392/RS	1	2	2	5*	1,0000	0,1852
BR-235/BA	1	1	3	5*	1,0000	0,1852

*Máximo Valor
5 un.

Pesos

Fonte: o autor, 2016

IX. Impacto ao meio ambiente - (quanto menor for o impacto ao meio ambiente maior será a necessidade de priorização) para se definir o impacto ao meio ambiente foi primeiramente requisitado ao especialista uma análise qualitativa, utilizando-se da escala *Likert*.

De acordo com o especialista, para a sua análise foram observadas situações como: volume de movimentação do solo (corte/aterro), necessidade de supressão vegetal, proximidades a rios e nascentes, cruzamento em área de preservação permanente (APP), poluição atmosférica, entre outros.

Tabela 5.16 – Dados sobre impacto ao meio ambiente

Alternativa	Impacto ao meio-ambiente (un.)	Normalizado	
		(un_{min}/un)	$\frac{(un_{min}/un)}{\sum (un_{min}/un)}$
BR-222/CE	3	0,6667	0,1333
BR-101/BA	3	0,6667	0,1333
BR-470/SC	4	0,5000	0,1000
BR-381/MG	4	0,5000	0,1000
BR-163/PR	2*	1,0000	0,2000
BR-392/RS	3	0,6667	0,1333
BR-235/BA	2*	1,0000	0,2000

*Mínimo Valor
2 un.

Pesos

Fonte: o autor, 2016

X. Segurança – acidentes – (quanto maior for o número de acidentes na rodovia maior será a necessidade de priorização) no Brasil, os levantamentos de acidentes em rodovias federais são feitos pela Polícia Rodoviária Federal (PRF). Infelizmente, por meio dos dados públicos não é possível quantificar os acidentes por trechos rodoviários, pois os números são apresentados de forma agregada. Pois bem, os dados aqui levantados foram baseados na publicação de 2015 feita em parceria entre a PRF e o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, denominado Acidentes de Trânsito nas Rodovias Federais Brasileiras.

Durante as discussões da hierarquia houve uma intensa discussão entre os tomadores de decisão sobre inserir dois subcritérios distintos, sendo um em relação ao número de acidentes e o outro em relação às vítimas fatais. Entretanto, após algumas discussões, como previsto por Saaty, entendeu-se que existe uma proporção entre o número de acidentes e vítimas fatais no local do sinistro. Esta argumentação foi baseada numa série histórica de registros de acidentes e, para fins desta dissertação, observou-se que se existissem os dois subcritérios haveria uma redundância.

Para esse índice de acidentes, constatou-se que há uma aproximação indicando a existência de uma vítima fatal no local do sinistro para cada 20 acidentes em rodovias federais, conforme abaixo:

Tabela 5.17 - Histórico de acidentes e mortes no local

Item	2004	2007	2010	2014	Varição 2004/2014 (%)
Total de acidentes	112.457	128.212	183.447	169.163	50,3
Número de veículos envolvidos	190.731	215.968	321.404	301.351	57,9
Número de mortes no local	6.119	7.053	8.621	8.227	34,5
Mortes no local/1.000 acidentes	54,4	55,0	47,0	48,7	-10,5
Número de acidentes/morte no local	18,4	18,2	21,3	20,5	11,8

Fonte: IPEA, 2015

Visto que os dados são publicados de maneira agregada, para efeitos desta pesquisa, teve que ser produzida uma extrapolação de informações conforme as estatísticas de cada estado. Portanto houve uma correlação entre o número de acidentes por quilômetro de rodovia de cada estado e inferiu que ocorreram os acidentes nos trechos estudados, baseados nessa correlação e a extensão dos empreendimentos. Seguem as duas tabelas:

Tabela 5.18 – Estatística de acidentes por estado

Estado	Extensão da malha (km)	Acidentes	Acidentes/km
Paraná	3979,2	17.157	4,31
Santa Catarina	2569,7	18.178	7,07
Rio Grande do Sul	6012,6	14.422	2,40
Minas Geais	5773,5	21.858	3,79
Bahia	6539,5	10.388	1,59
Ceará	2540,1	3.788	1,49

Fonte: o autor, 2016

Tabela 5.19 – Dados sobre acidentes

Alternativa	Acidentes (un.)			Normalizado	
	Acidentes/km (un.)	Extensão (km)	Total (un.)	(un./un. _{máx})	$\frac{(un_{máx}/un)}{\Sigma(un_{máx}/un)}$
BR-222/CE	1,49	44,3	333**	0,2775	0,0855
BR-101/BA	1,59	169,2	269	0,2240	0,0690
BR-470/SC	7,07	73,2	518	0,4315	0,1329
BR-381/MG	3,79	317	1200*	1,0000	0,3081
BR-163/PR	4,31	74	319	0,2659	0,0819
BR-392/RS	2,40	84,3	202	0,1685	0,0519
BR-235/BA	1,59	663,6	1054	0,8783	0,2706

*Máximo Valor
1200 un.

Pesos

Fonte: o autor, 2016

** Neste trecho não foi realizado a extrapolação, pois o número exato foi publicado no mesmo relatório como o terceiro trecho mais crítico do Brasil no que tange ao número de acidentes graves.

XI. População beneficiada – (quanto maior for a população beneficiada maior será a necessidade de priorização) para se obter o número de pessoas atingidas pelos empreendimentos, adotou-se a mesma métrica estabelecida pela Secretaria do Programa de Aceleração do Crescimento, onde é somada a população de todo o município que tenha sido atravessado em algum ponto pelo empreendimento. Para a listagem dos municípios foi utilizado como ferramenta o *Google Earth* e para a obtenção do número de habitantes, buscou-se na base de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística as estimativas da população em julho de 2015. Ao todo foram identificados quarenta e oito municípios atravessados pelas sete rodovias.

Tabela 5.20 – Dados sobre população beneficiada

Alternativa	População beneficiada (un.) x 10 ³	Normalizado	
		(un./un. _{máx})	$\frac{(un_{máx}/un)}{\Sigma(un_{máx}/un)}$
BR-222/CE	2.945	0,7830	0,3115
BR-101/BA	939	0,2497	0,0993
BR-470/SC	493	0,1311	0,0521
BR-381/MG	3.761*	1,0000	0,3978
BR-163/PR	348	0,0925	0,0368
BR-392/RS	613	0,1630	0,0648
BR-235/BA	355	0,0944	0,0376

*Máximo Valor
3761 x 10³ un.

Pesos

Fonte: o autor, 2016

XII. Geração de empregos – (quanto maior for a geração de empregos maior será a necessidade de priorização) com o intuito de quantificar o número de empregos gerados, tanto diretos quanto indiretos durante a execução da obra, solicitou-se ao DNIT um histórico das obras realizadas até hoje e seus respectivos empregos gerados. Infelizmente a resposta da autarquia foi a de que não possuíam esse histórico. Uma segunda maneira de identificar a geração de empregos diretos seria a de basear-se no orçamento das obras, entretanto também não foi possível o acesso às informações, pois alguns empreendimentos não haviam sido licitados até o momento da consulta.

Assim sendo, decidiu-se por realizar um levantamento simplificado, no qual a geração de empregos é função direta do investimento realizado. Por exemplo, o Banco Nacional de Desenvolvimento - BNDES (2004) - realizou estudo comparando o investimento realizado e a quantidade de empregos gerados por setor. Visto que nesta dissertação os sete empreendimentos citados fazem parte do mesmo setor pode-se inferir, simplificadamente, que a geração de empregos é diretamente proporcional ao montante de recurso investido.

Tabela 5.21 – Dados sobre geração de empregos

Alternativa	Recurso investido (R\$ milhões)	Normalizado	
		$(R\$/R\$_{m\acute{a}x})$	$\frac{(R\$_{m\acute{a}x}/R\$)}{\sum(R\$_{m\acute{a}x}/R\$)}$
BR-222/CE	500	0,1461	0,0611
BR-101/BA	829	0,2423	0,1013
BR-470/SC	1172	0,3425	0,1432
BR-381/MG	3422*	1,0000	0,4181
BR-163/PR	435	0,1271	0,0531
BR-392/RS	714	0,2086	0,0872
BR-235/BA	1113	0,3252	0,1360

*Máximo Valor
3422 (R\$ milhões).

Pesos

Fonte: o autor, 2016

XIII. Concentração regional das obras – (quanto maior for a concentração regional das obras menor será a necessidade de priorização) o contexto em que se insere a distribuição regional das obras é simplesmente ponderar e deixar mais equilibrado os investimentos entre as regiões. Deste modo, por meio dos Balanços do PAC e também das cartilhas estaduais, foi possível mensurar a quantidade de obras em cada região. O raciocínio que suporta esse subcritério é que as regiões com menos obras deveriam ser priorizadas em novas etapas de seleção de empreendimentos.

No levantamento estudado foram identificadas: 34 obras no SUL, 32 no Sudeste, 65 no Nordeste, 33 no Norte e 16 no Centro-Oeste.

Tabela 5.22 – Dados sobre concentração regional das obras

Alternativa	Concentração regional das obras (un.)	Normalizado	
		$(un_{mín}/un)$	$\frac{(un_{mín}/un)}{\sum (un_{mín}/un)}$
BR-222/C	65	0,4923	0,0929
BR-101/BA	65	0,4923	0,0929
BR-470/SC	34	0,9412	0,1776
BR-381/MG	32*	1,0000	0,1887
BR-163/PR	34	0,9412	0,1776
BR-392/RS	34	0,9412	0,1776
BR-235/BA	65	0,4923	0,0929

*Mínimo Valor
32 un.

Pesos

Fonte: o autor, 2016

XIV. Segurança nacional – (se a rodovia é considerada como de segurança nacional maior será a necessidade de priorização) a identificação de empreendimentos que são considerados importantes para a segurança nacional baseia-se na Lei 6.634/79 que dispõe sobre a faixa de fronteira.

Art. 1º. - É considerada área indispensável à Segurança Nacional a faixa interna de 150 Km (cento e cinquenta quilômetros) de largura, paralela à linha divisória terrestre do território nacional, que será designada como Faixa de Fronteira.

Nesse caso não é necessário realizar a normalização, porque apenas a BR-163/PR se enquadra nessa descrição.

XV. Prazo de conclusão da obra – (quanto menor for o prazo de conclusão da obra maior será a necessidade de priorização) este subcritério foi um dos que fugiu do padrão dos outros trabalhos escritos em relação a este tema. Além disso, não se deve confundir o período temporal de duração da obra com o prazo de conclusão. Este subcritério foi definido no critério “Político / Estratégico”, porque o interesse envolvido recorre na data possível de inauguração da obra, visando casar com a agenda política do Governo Federal.

Obviamente, para se quantificar a relevância deste subcritério para com as alternativas, dividiram-se os períodos de acordo com os mandatos presidenciais, sendo que 2015-2018 recebeu a pontuação 1, 2019-2022 recebeu a pontuação 2 e 2023-2026 recebeu a pontuação 3. As datas de conclusão foram encontradas no Plano Plurianual 2016-2019 – Anexo III.

Tabela 5.23 – Dados sobre o prazo de conclusão de obra

Alternativa	Prazo de conclusão (un.)	Pontuação (un.)	Normalizado	
			$(un_{mín}/un)$	$\frac{(un_{mín}/un)}{\sum (un_{mín}/un)}$
BR-222/CE	30/12/2020	2	0,5000	0,1304
BR-101/BA	03/02/2023	3	0,3333	0,0870
BR-470/SC	04/07/2022	2	0,5000	0,1304
BR-381/MG	03/12/2021	2	0,5000	0,1304
BR-163/PR	30/12/2017	1*	1,0000	0,2609
BR-392/RS	03/08/2020	2	0,5000	0,1304
BR-235/BA	30/12/2020	2	0,5000	0,1304

*Mínimo Valor
1 un.

Pesos

Fonte: o autor, 2016

XVI. Pólos comerciais estratégicos – (quanto maior for a ligação de pólos comerciais estratégicos maior será a necessidade de priorização) – durante a discussão com os gestores utilizou-se o termo acima para definir um aglomerado de indústrias que necessitam da rodovia para receber seus insumos e transportar o material produzido.

Entretanto, no âmbito acadêmico existem outros termos que representam essa característica, por exemplo, os *clusters* e os Arranjos Produtivos Locais (APL). Cassiolato *et.al.* (2003) comenta sobre aspectos comuns das abordagens de aglomerações locais, exemplificando suas divisões em relação à localização, atores e características.

Deste modo, para efeitos deste trabalho foram quantificados todos os APL's que possuem como cidade pólo algum trecho em que a rodovia cruza. Para tal levantamento, utilizou-se do sítio eletrônico do Observatório Brasileiro de Arranjos Produtivos Locais (OBAPL, 2016), onde são expostos todos os APL brasileiros, a qual setor produtivo pertence e qual é cidade pólo.

Tabela 5.24 – Dados sobre pólos comerciais estratégicos

Alternativa	Pólos comerciais estratégicos (un)	Normalizado	
		(un./un.máx)	$\frac{(un_{máx}/un)}{\sum(un_{máx}/un)}$
BR-222/CE	8*	1,0000	0,3478
BR-101/BA	0	0,0000	0,0000
BR-470/SC	1	0,1250	0,0435
BR-381/MG	8*	1,0000	0,3478
BR-163/PR	1	0,1250	0,0435
BR-392/RS	5	0,6250	0,2174
BR-235/BA	0	0,0000	0,0000

*Máximo Valor
8 un.

Pesos

Fonte: o autor, 2016

Cabe aqui, ressaltar novamente sobre a limitação do estudo, pois esta avaliação sobre APL's é demasiadamente simples, visto que não são qualificados em relação ao porte de cada um deles e também não são contabilizados APL's que utilizam a rodovia, mas não são cruzados pela rodovia. Assim como no subcritério "População beneficiada" precisaria aprofundar o estudo em relação à Origem e Destino dos fluxos de transporte, pois os APL's são pontos de atração e geração de tráfego, dependendo apenas da etapa produtiva que está sendo considerada.

XVII. Dificuldade de licenciamento - (quanto menor for a dificuldade de licenciamento maior será a necessidade de priorização) para se definir a dificuldade de licenciamento foi primeiramente requisitado ao especialista uma análise qualitativa utilizando-se da escala *Likert*.

Nesse subcritério o especialista analisou aspectos como: competência do licenciamento (municipal, estadual ou federal), complexidade dos estudos devido ao porte do empreendimento (Relatório Ambiental Simplificado - RAS, Estudo de Impacto Ambiental e Relatório do Impacto Ambiental – EIA/RIMA, outros), possível presença de comunidade indígena, possível impacto no patrimônio histórico e artístico nacional, quantidade de

condicionantes da Licença Prévia e da Licença de Instalação de empreendimentos similares, entre outros.

Tabela 5.25 – Dados sobre a dificuldade de licenciamento

Alternativa	Dificuldade de licenciamento (un.)	Normalizado	
		$(un_{mín}/un)$	$\frac{(un_{mín}/un)}{\sum (un_{mín}/un)}$
BR-222/CE	2	0,5000	0,1622
BR-101/BA	3	0,3333	0,1081
BR-470/SC	4	0,2500	0,0811
BR-381/MG	3	0,3333	0,1081
BR-163/PR	1*	1,0000	0,3243
BR-392/RS	3	0,3333	0,1081
BR-235/BA	3	0,3333	0,1081

*Mínimo Valor
1 un.

Pesos

Fonte: o autor, 2016

XVIII. Dificuldade de desapropriação - (quanto menor for a dificuldade de desapropriação maior será a necessidade de priorização) para se definir a dificuldade de desapropriação foi primeiramente requisitado ao especialista uma análise qualitativa utilizando-se da escala *Likert*.

Nesse subcritério o especialista analisou aspectos como: volume de desapropriações a serem realizadas, quais as características dos imóveis (residências, postos de gasolina, supermercados, entre outros) e a necessidade de reassentamento dos expropriados.

Tabela 5.26 – Dados sobre a dificuldade de desapropriação

Alternativa	Dificuldade de desapropriação (un.)	Normalizado	
		$(un_{mín}/un)$	$\frac{(un_{mín}/un)}{\sum (un_{mín}/un)}$
BR-222/CE	1*	1,0000	0,3046
BR-101/BA	2	0,5000	0,1523
BR-470/SC	4	0,2500	0,0761
BR-381/MG	5	0,2000	0,0609
BR-163/PR	2	0,5000	0,1523
BR-392/RS	3	0,3333	0,1015
BR-235/BA	2	0,5000	0,1523

*Mínimo Valor
1 un.

Pesos

Fonte: o autor, 2016

XIX. Complexidade técnica de engenharia – (quanto menor for a complexidade técnica de engenharia maior será a necessidade de priorização) para se definir a complexidade técnica de engenharia foi primeiramente requisitado ao especialista uma análise qualitativa utilizando-se da escala *Likert*.

Nesse subcritério o especialista analisou aspectos como: extensão do projeto, relevo da região, necessidade de construção de Obras de Arte Especiais (OAE's), tipo de pavimento (rígido ou flexível), solo da região (baseado em dados secundários de empreendimentos próximos) e a dificuldade logística de transporte de insumos e operários (por exemplo, é menos produtivo e mais difícil executar uma obra onde o tráfego esteja liberado do que em obras que ainda não possuem movimentação).

Tabela 5.27 – Dados sobre a complexidade técnica de engenharia

Alternativa	Complexidade técnica de engenharia (un.)	Normalizado	
		(un _{mín} /un)	$\frac{(\text{un}_{\text{mín}}/\text{un})}{\sum (\text{un}_{\text{mín}}/\text{un})}$
BR-222/CE	1*	1,0000	0,2703
BR-101/BA	2	0,5000	0,1351
BR-470/SC	3	0,3333	0,0901
BR-381/MG	5	0,2000	0,0541
BR-163/PR	1*	1,0000	0,2703
BR-392/RS	3	0,3333	0,0901
BR-235/BA	3	0,3333	0,0901

*Mínimo Valor
1 un.

Pesos

Fonte: o autor, 2016

XX. Disponibilidade orçamentária e financeira – (quanto maior for a disponibilidade orçamentária e financeira maior será a necessidade de priorização) em geral, os tomadores de decisão apresentaram suas preocupações em relação a questões de engenharia, ambientais, sociais, logísticas, todavia além desses itens houve comentários sobre a viabilização dos investimentos e que para isso, deveriam existir recursos orçamentários disponíveis para os empreendimentos. Visto que os recursos orçamentários estão previstos na Lei Orçamentária Anual, a qual é de iniciativa do Poder Executivo, decretada pelo Congresso Nacional e sancionada pelo Presidente da República, alguns tomadores de decisão julgaram que a disponibilidade orçamentária e financeira deveria ser um subcritério.

Sabendo-se que Orçamento Público é bastante complexo e não cabe a esta dissertação ir a fundo ao tema, optou-se por identificar este critério como a soma das dotações das últimas três Leis Orçamentárias em relação ao custo do empreendimento.

Tabela 5.28 – Dotações orçamentárias das obras

Alternativa	Disponibilidade orçamentária / financeira (R\$ milhões)				Custo do empreendimento (R\$ milhões)	Proporção (%)
	LOA 2014	LOA 2015	LOA 2016	Total (R\$ milhões)		
BR-222/CE	0,7	36,9	38,6	76,1	500,0	0,1522
BR-101/BA	80,6	90,0	234,5	405,1	829,0	0,4887
BR-470/SC	37,5	90,0	78,5	206,0	1172,0	0,1758
BR-381/MG	65,5	329,4	205,2	600,1	3422,0	0,1754
BR-163/PR	150,0	45,0	17,2	212,2	435,0	0,4878
BR-392/RS	11,5	135,0	40,0	186,5	714,0	0,2612
BR-235/BA	45,0	135,0	170,6	350,6	1113,0	0,3150

Fonte: o autor, 2016

Tabela 5.29 – Dados sobre a disponibilidade orçamentária / financeira

Alternativa	Proporção (%)	Normalizado	
		(%/ % _{máx})	$\frac{(\%_{máx}/\%)}{\sum(\%_{máx}/\%)}$
BR-222/CE	0,1522	0,3115	0,0740
BR-101/BA	0,4887*	1,0000	0,2377
BR-470/SC	0,1758	0,3597	0,0855
BR-381/MG	0,1754	0,3589	0,0853
BR-163/PR	0,4878	0,9982	0,2373
BR-392/RS	0,2612	0,5344	0,1270
BR-235/BA	0,3150	0,6445	0,1532

*Máximo Valor
0,4887%

Pesos

Como último comentário deste item, informa-se que o *Expert Choice* não aceita peso 0,00 para as alternativas, portanto nos casos onde isso ocorreu durante o processo de normalização dos dados, inseriu-se dentro do *software* o valor irrisório de 0,0001.

5.6. JULGAMENTOS DOS ESPECIALISTAS

Neste item apresentam-se como foram realizados os julgamentos paritários dos critérios e subcritérios pelos tomadores de decisão. Além disso, ressaltam-se pontos essenciais do processo, porém que serão melhores detalhados no item de análise dos resultados.

Inicialmente descreve-se que foram obtidos sete julgamentos distintos tanto para o caso dos subcritérios quanto para o caso dos critérios. Essa quantidade é uma derivação do método, uma vez que não foi possível reunir todos os *decision makers* (como informado no item 5.3).

Logo, foi necessário reunir da maneira mais otimizada possível os tomadores de decisão. É importante informar que também houve casos em que o *decision maker* respondeu sozinho. Então, daqui em diante, esses grupos/indivíduos vão ser denominados por letras maiúsculas em ordem alfabética: A, B, C, D, E, F e G.

Para conseguir os julgamentos enviaram-se planilhas em Excel para os gestores. No arquivo, como material de suporte, enviou-se uma situação hipotética onde um taxista precisava comprar um carro e precisava realizar uma priorização. Para isso teria que realizá-la baseada em quatro critérios: preço, consumo médio de combustível, ano de fabricação e volume do porta malas.

O exemplo foi enviado preenchido e com algumas explicações, visando esclarecer possíveis dúvidas que poderiam surgir dos tomadores de decisão. Como *feedback* muitos deles comentaram que esse exemplo estava bastante claro e os ajudou a proceder com os julgamentos.

Na planilha enviada pediu-se para assinalar a importância de um subcritério/critério em relação a outro. Para facilitar a análise, enviou-se o material com os dois subcritérios/critérios e dezessete espaços em branco onde devia ser assinalado apenas um. Os espaços variam de um a nove para cada critério/subcritério, respeitando a teoria do AHP.

Constam a seguir, primeiramente um exemplo da tabela em Excel para o subcritério “Logístico” já preenchido pelo grupo D e secundariamente uma imagem retirada do *Expert Choice*, apresentando como se inserem os julgamentos no *software*, no caso exemplificado refere-se ao julgamento entre critérios “Econômicos” e “Logísticos”.

Tabela 5.30 – Exemplo do preenchimento pelos decisores

Logísticos	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Integração regional (maior)</i>													5				<i>Eixos logísticos nacionais (maior)</i>
<i>Integração regional (maior)</i>													5				<i>Ligações internacionais (maior)</i>
<i>Integração regional (maior)</i>											3						<i>Multimodalidade (maior)</i>
<i>Eixos logísticos nacionais (maior)</i>							3										<i>Ligações internacionais (maior)</i>
<i>Eixos logísticos nacionais (maior)</i>					4												<i>Multimodalidade (maior)</i>
<i>Ligações internacionais (maior)</i>								2									<i>Multimodalidade (maior)</i>

Fonte: o autor, 2016

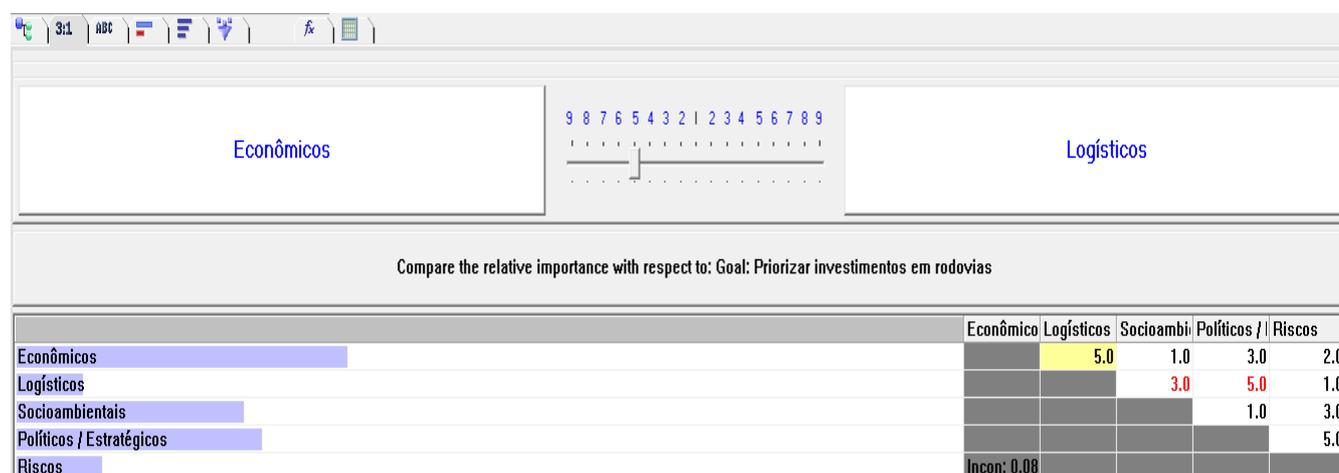


Figura 5.7 – Exemplo de preenchimento dos julgamentos no *expert choice*

Fonte: o autor, 2016

No julgamento apresentado acima, o decisor D analisou que o critério “Eixos logísticos nacionais” é muito mais importante (pontuação cinco) que “Integração regional”. Analisou também que “Multimodalidade” é um critério pouco mais importante (pontuação três) que “Integração regional”. Logo, para haver consistência no julgamento, “Eixos logísticos nacionais” deve ser mais importante que “Multimodalidade”. Na tabela acima, quando observado o julgamento, foi exatamente isso que aconteceu.

Como já mencionado no item 4.2, geração de violações da proporcionalidade (inconsistências) é aceitável até um limite. Todavia o grande problema é a existência de violação da transitividade.

Diante disto, todos os decisores comentaram que levaram muito mais tempo para realizar essa etapa da pesquisa, porque estavam preocupados com a geração dessas intransitividades. Na análise de resultados será comentado sobre as Razões de Consistência dos julgamentos.

Outro ponto a ser descrito refere-se à retirada do subcritério “Uso e ocupação do solo”, já previamente explicado no item 5.3. No entanto, esse subcritério foi retirado apenas após o envio do material para os gestores. Havendo assim uma mudança de preferência dos tomadores de decisão com o decorrer do tempo, como citado na teoria desta dissertação.

Desta forma, o critério “Socioambientais” foi enviado com cinco subcritérios. Para não atrapalhar o processo não lhes foi enviado novamente o material com a exclusão deste item, apenas desconsiderou-se os julgamentos que envolviam este subcritério, não havendo prejuízos à pesquisa.

Visto que os julgamentos são paritários (dois a dois), a quantidade de comparações necessárias é o somatório das combinações dois a dois dos critérios e dos cinco grupos de subcritérios. Ou seja, para os critérios foram realizados 10 julgamentos que representam uma combinação de 5 dois a dois ($C_5^2 = 10$).

No caso dos subcritérios a combinação é 4 dois a dois ($C_4^2 = 6$), logo são realizados 6 julgamentos. Visto que a hierarquia foi dividida em cinco grupos foram feitos $6 \times 5 = 30$ julgamentos, apenas para os julgamentos paritários dos subcritérios já excluindo o caso do “Uso e ocupação do solo”. Por conseguinte, o número total de julgamentos da pesquisa foi $10 + 30 = 40$.

Para finalizar esse subitem, retrata-se que os tomadores de decisão relataram maior dificuldade em chegar num consenso nesta etapa do que quando lhes foi pedido para identificar quais os fatores relevantes que devem ser considerados na priorização de investimentos públicos em infraestrutura rodoviária.

Pode-se inferir que está muito mais claro para os gestores quais são os fatores importantes da priorização do que a importância de cada um deles. Por exemplo, todos concordam que redução de acidentes é essencial, todavia não conseguem mensurar quão relevante é esse fator em relação ao todo.

Do ponto de vista deste trabalho, uma parte disso é devido à falta de mais contribuições científicas por parte da academia sobre o assunto (literatura). A outra parte retorna-se à

introdução desta dissertação, pois os EVTEA's, contratados pela administração pública, não conseguem apresentar essas informações cruciais.

Logo, fica óbvio que se precisa avançar cientificamente nos métodos de comparações e que a administração pública necessita criar base de dados mais confiáveis, robustas e transparentes.

5.7. EXPERT CHOICE

O software *Expert Choice* é a ferramenta mais conhecida mundialmente quando se trata de priorizações utilizando o AHP. A versão utilizada para esta dissertação foi a *Expert Choice 11*.

Furtado (2014) descreveu que a utilização dessa ferramenta transcende qualquer fronteira e também tipos de instituições. Segundo o autor, o método AHP e o *software Expert Choice* são utilizados por organizações reconhecidas mundialmente, como por exemplo: *US Department of Housing and Urban Development (HUD)*, *National Aeronautics and Space Administration (NASA)*, *3M Company*, *AT&T Corporation*, *Bank of America* e *Boeing Company*.

O *software* é bastante interativo e de fácil manuseio. Nele é necessário estabelecer a hierarquia, vinculando critérios e subcritérios, além de inserir as alternativas. No caso desta dissertação as alternativas são equivalentes às rodovias.

Após a inserção da hierarquia é possível informar os julgamentos por meio de matrizes geradas pelo próprio *Expert Choice*. Por último, necessita-se informar os pesos dos critérios e subcritérios para cada uma das alternativas.

O procedimento é simples, com o passo a passo acima, o *software* é capaz de gerar os pesos tanto dos critérios quanto dos subcritérios. Além disso, o *software* ordena as alternativas de acordo com as pontuações, gerando o *ranking*.

Ademais, o *software* também é capaz de informar sobre a Razão de Consistência dos julgamentos, realizar análises de sensibilidade e gerar gráficos.

Na sequência, apresentam-se duas figuras, a primeira é a definição da hierarquia dentro do *Expert Choice* e a segunda são os pesos atribuídos a cada parte da estrutura após a inserção dos julgamentos.

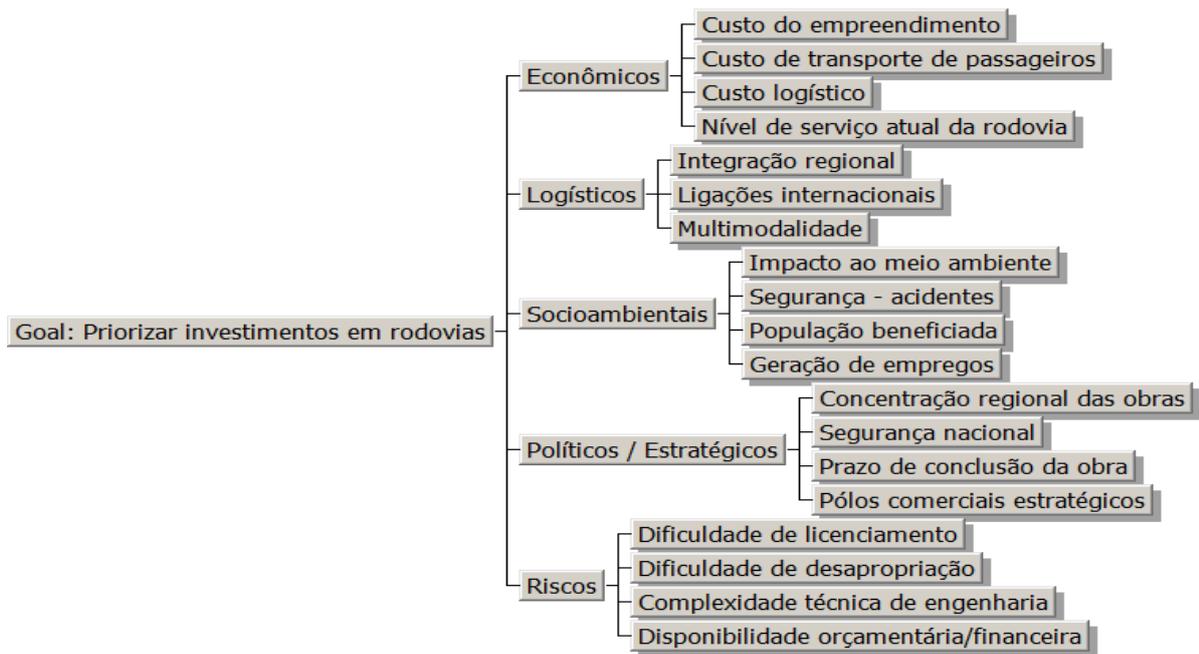


Figura 5.8 – Hierarquia exibida pelo *expert choice*

Fonte: o autor, 2016

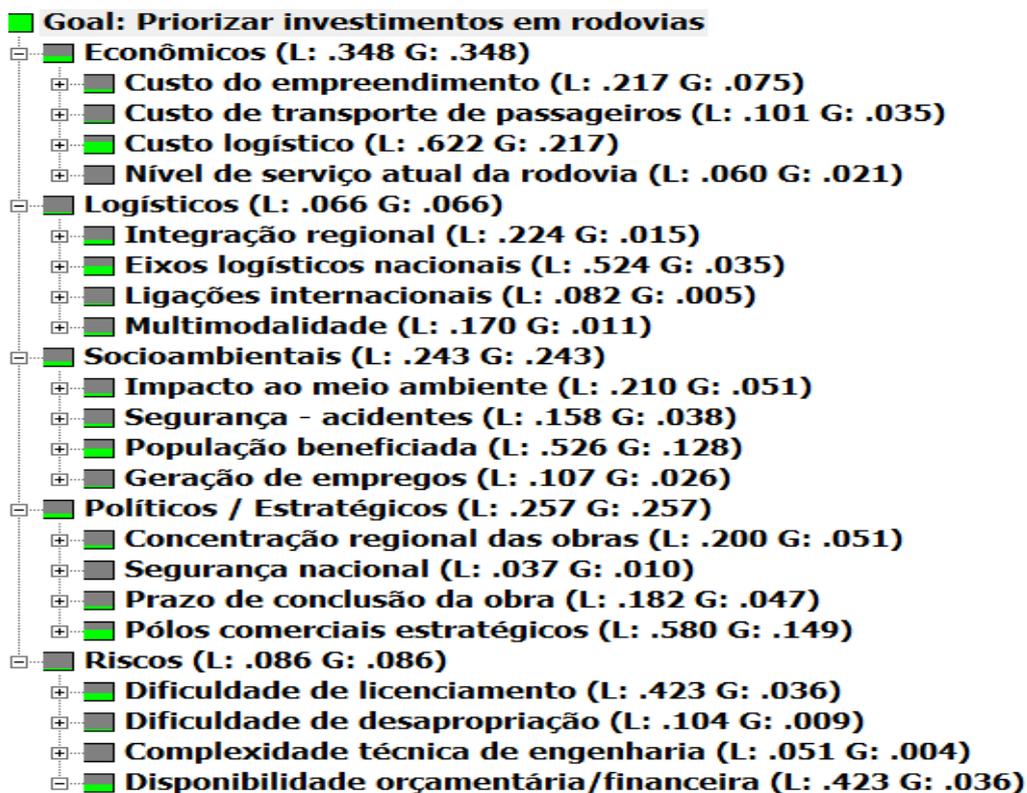


Figura 5.9 – Estruturação da hierarquia no *expert choice*

Fonte: o autor, 2016

Na Fig. 5.9 a letra L representa os pesos locais dos critérios ou subcritérios, ou seja, são informados os pesos de forma subdividida em relação ao nível da hierarquia que pertencem, lembrando-se que sempre a soma dos pesos de um mesmo nível de hierarquia deve ser igual a um.

Ainda na mesma Fig. 5.9 a letra G representa os pesos globais dos critérios e subcritérios, ou seja, são informados os pesos de cada um deles, levando-se em consideração toda a hierarquia. Para melhor exemplificar, a soma de todos os “Gs” dos subcritérios deve ser igual a um.

5.8. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste item serão apresentados os resultados obtidos por meio do *Expert Choice*, além de análises quali-quantitativas dos mesmos, baseando-se em todo o conteúdo teórico exposto nesta dissertação.

Primeiramente, serão abordadas as inconsistências dos julgamentos almejando a exclusão dos *outliers*, ou como definido pelo AHP, das matrizes com $RC > 0,10$.

O segundo ponto a ser discutido trata-se dos pesos de cada critério e subcritério. Sequencialmente será realizada a análise do *ranking* das alternativas (empreendimentos rodoviários). Por último, serão apresentados avanços na gama de aplicações do método por meio da criação de cenários baseados em restrições.

5.8.1. ANÁLISE DAS INCONSISTÊNCIAS

Após a inserção de todas as informações preenchidas pelos tomadores de decisão no *software*, objetivou-se determinar os níveis de consistência dos julgamentos realizados. Conforme disposto no item 5.1, o julgamento consistente é aquele que resultar num $RC < 0,10$ (representado na cor verde), caso o RC estiver entre 0,10 e 0,20 é considerado um julgamento inconsistente (representado na cor amarela) e caso identifique-se o $RC > 0,20$ o julgamento é extremamente inconsistente (representado na cor vermelha).

Tabela 5.31 – Razões de consistência dos julgamentos

Grupos/indivíduos	A	B	C	D	E	F	G	Média
Matriz dos critérios	0,064	0,217	0,346	0,005	0,078	0,067	0,024	0,114
Matriz dos subcritérios - subnível do critério "Econômicos"	0,077	0,195	0,164	0,055	0,064	0,043	0,154	0,108
Matriz dos subcritérios - subnível do critério "Logísticos"	0,117	0,093	0,137	0,044	0,140	0,031	0,112	0,096
Matriz dos subcritérios - subnível do critério "Socioambientais"	0,059	0,117	0,093	0,027	0,043	0,023	0,223	0,083
Matriz dos subcritérios - subnível do critério "Políticos/Estratégicos"	0,133	0,215	0,067	0,095	0,068	0,048	0,090	0,102
Matriz dos subcritérios - subnível do critério "Riscos"	0,119	0,286	0,319	0,072	0,028	0,059	0,058	0,134

Fonte: o autor, 2016

Numa primeira análise é possível observar que as quarenta e duas matrizes preenchidas por meio de duzentos e oitenta julgamentos possuem na sua maioria uma boa consistência. Aliás, para ser mais preciso 61,9% das matrizes são consistentes, 23,8% são inconsistentes e 14,3% são extremamente inconsistentes.

Algumas situações podem ser discutidas, visto que foram os próprios *decision makers* que criaram a hierarquia, 61,9% pode ser considerado um número baixo. Todavia, quando se é observada a consistência geral de cada grupo fornecida pelo *Expert Choice*, percebe-se que devem ser excluídos da análise tanto o grupo B quanto o C, conforme a tabela 5.32. Logo, a proporção de matrizes consistentes é de 76,7%.

Tabela 5.32 – Consistência geral de cada grupo de decisores

Grupos/indivíduos	A	B	C	D	E	F	G
Consistência geral	0,08	0,20	0,25	0,03	0,08	0,05	0,08

Fonte: o autor, 2016

De uma maneira mais teórica e ampliando o entendimento do item 4.2, indica-se que a existência de RCs diferente de 0,00 são representações de violações de proporcionalidade da matriz, ou seja, violações da consistência cardinal na força de preferência. Quanto maior o valor para a RC maior é a probabilidade de ter ocorrido uma violação de transitividade.

Portanto, os grupos A, D, E, F e G foram consistentes no estudo geral do problema, apesar de violações de proporcionalidade. Já os grupos B e C violaram a transitividade do âmbito do estudo geral, prejudicando a análise, devendo ser excluídos.

No item 2.2 comentou-se sobre Teorema 4.4 proposto em Saaty (1991), onde é descrito que quanto maior o número de julgamentos a ser realizado dentro de uma matriz, maior será a geração de redundâncias e conseqüentemente a probabilidade de violação da transitividade.

Deste modo, visto a Tab. 5.31, quando se compara a média da RC das matrizes dos subcritérios (0,105) com a média das matrizes dos critérios (0,114) percebe-se um leve aumento de inconsistência na ordem de 9,2%. Lembrando-se que nos subcritérios é necessário realizar apenas seis julgamentos por matriz e no caso dos critérios esse número é de dez.

Diante do exposto, os resultados referentes aos pesos dos critérios e dos subcritérios serão derivados apenas dos grupos A, D, E, F e G, dado que os grupos B e C foram excluídos da análise.

5.8.2. ANÁLISE DA HIERARQUIA E PESOS DOS CRITÉRIOS/SUBCRITÉRIOS

O item 5.3 é o suporte para que seja possível identificar os pesos dos critérios e subcritérios, pois toda a discussão é baseada na hierarquia definida na Fig. 5.5.

Diante do exposto, antes de traduzir toda a pesquisa numa perspectiva quantitativa, precisa-se elaborar um apanhado dos argumentos utilizados durante o corpo teórico desta dissertação e correlacioná-los com os resultados encontrados.

Ainda na Introdução deste trabalho comentou-se que deveriam surgir critérios/subcritérios que expressassem a sensibilidade técnica/política dos tomadores de decisão. Fato é que realmente foi possível observar contribuições novas e que podem alimentar a academia a avançar nessa linha de estudos.

Pois bem, no âmbito dos subcritérios três deles podem ser listados como exemplos: Concentração regional das obras, Prazo de conclusão da obra e Disponibilidade orçamentária/financeira. Já no caso dos critérios, tanto o “Políticos/Estratégicos” quanto o “Riscos” podem ser considerados como tradução de uma visão técnica/política do problema em questão.

Outro ponto abordado é que a participação de apenas gestores públicos na pesquisa poderia gerar uma hierarquia mais holística, objetivando explorar um cenário muito mais amplo baseando-se sinergia com outros empreendimentos, geração de oportunidades e redução de desigualdades.

Quando se observa a hierarquia final percebe-se equilíbrio desses fatores, inclusive ponderando fatores totalmente técnicos. Pois ao mesmo tempo que houve preocupação com a redução do custo de transporte e disponibilidade de infraestrutura também houve preocupação com a geração de empregos, atendimento ao pólos comerciais estratégicos e impacto ao meio ambiente.

Continuando a análise, é imprescindível o aprofundamento sobre o critério “Riscos”. Os quatro subcritérios que pertencem ao “Riscos” estão muito mais voltados à ideia de ser ou não possível iniciar as obras de infraestrutura. Qualquer um desses itens que não seja atendido pode contribuir para não iniciar o empreendimento, por exemplo, se não forem emitidas as licenças ambientais e documentos similares não será possível iniciar as obras.

A ressalva feita no parágrafo anterior é relevante, pois os outros subcritérios pertencentes aos outros quatro critérios não possuem esta característica. Por exemplo, aumentar o custo do empreendimento em 10% ou beneficiar 5% menos pessoas não será um impeditivo para a realização das obras.

A ideia aqui é atentar sobre a visão holística dos tomadores de decisão, além das experiências vividas pelos próprios, onde certamente já viram situações que foram impactadas pelos subcritérios vinculados ao “Riscos”. Essa constatação está ligada intimamente à hipótese desta dissertação.

Aliás, não só o critério “Riscos” como também o “Políticos/Estratégicos” remetem à hipótese formulada. Inclusive a existência de um equilíbrio entre os fatores reforça o argumento de que se deve observar o problema da maneira mais abrangente possível. Numa análise mais qualitativa pode-se inferir que inserção do critério “Riscos” a médio e longo prazo tende a mitigar a quantidade de obras que não são concluídas, reduzindo o desperdício de recurso público.

Quando comparado as outras literaturas similares conforme o item 2.2 e nas tabelas Tab. 2.2 e Tab. 2.3, foram identificados dez subcritérios não explorados nas literaturas revisadas, isto é,

50%. Além disso, no que concerne aos cinco critérios apenas um deles não foi explorado por outros trabalhos. Abaixo segue a lista:

- Políticos/Estratégicos;
- Custo de transporte de passageiros;
- Ligações internacionais;
- População beneficiada;
- Concentração regional das obras;
- Segurança nacional;
- Prazo de conclusão da obra;
- Dificuldade de licenciamentos;
- Dificuldade de desapropriação;
- Complexidade técnica de engenharia; e
- Disponibilidade orçamentária/financeira.

Quando se observa a Tab. 2.4 em relação aos três critérios e aos cinco subcritérios mais utilizados na revisão da literatura, apenas o subcritério Poluição Atmosférica não se encontra presente. Contudo, na hierarquia desta dissertação existe o subcritério “Impacto ao meio ambiente”, onde obviamente a poluição atmosférica se insere.

Pode-se concluir que a hierarquia criada pelos tomadores de decisão, assim como expresso na hipótese, abrange os principais itens presentes na literatura revisada, além da indicação de novos fatores a serem observados - praticamente 50% se forem contabilizados tanto os critérios quanto os subcritérios.

Outra abordagem refere-se ao publicado em Kuwahara (2008), onde se observa que as decisões são tomadas sem conhecer a realidade local, desconsiderando aspectos de integração e fortalecimento regional. Porém, na hierarquia em questão foram identificados itens que refletem a preocupação do autor, citam-se: Integração regional, Segurança – acidentes, População beneficiada, Geração de empregos e Pólos comerciais estratégicos.

O último ponto a ser destacado é a realização de uma análise crítica do autor em relação à hierarquia proposta pelos gestores. Primeiramente, sentiu-se falta de algum subcritério que considerasse o ciclo de vida de um projeto, por exemplo: o custo anualizado da manutenção da rodovia construída durante sua vida útil.

Além disso, acredita-se que o subcritério Custo logístico deveria fazer parte do critério “Logísticos”, talvez tenha ocorrido uma confusão entre o conceito de Custo logístico e Custo de transporte. Ainda, o subcritério Pólos comerciais estratégicos poderia estar relacionado também ao critério “Logísticos”, dado os benefícios logísticos gerados por uma infraestrutura de transporte a um Arranjo Produtivo Local (APL).

Outro ponto que precisa ser abordado é a utilização do termo multimodalidade, considera-se por multimodalidade a movimentação de produtos ou passageiros por meio de mais de uma modalidade de transporte onde obrigatoriamente a operação é realizada por um Operador de Transporte Multimodal. Deste modo, percebeu-se que os decisores utilizaram o termo multimodalidade como sinônimo de intermodalidade, ou seja, houve um equívoco de conceitos entre multimodalidade e intermodalidade.

Numa análise mais quantitativa, seguem os gráficos Graf. 5.1, Graf. 5.2, Graf. 5.3, Graf. 5.4, Graf. 5.5 com os resultados dos julgamentos da matriz de critérios dos grupos A, D, E, F e G. Apesar de ter sido feito o mesmo procedimento para os subcritérios, não serão inseridos os gráficos devido à quantidade, ao todo são vinte e cinco.

É notável que existam pesos diferentes de acordo com cada critério para os grupos diferentes, então para se obter os pesos foi realizada a média aritmética dos resultados fornecidos pelo *software*. Esse procedimento também foi realizado para os subcritérios.

Assim sendo, segue a Tab. 5.33 com os pesos Locais e Globais para todos os itens julgados. Nota-se que os critérios “Econômicos” e “Logísticos” são os que possuem maior pontuação e quando somados representam 54,6% do total.

Avalia-se que a soma dos critérios “Políticos/Estratégicos” e “Riscos” representa 27,3% do total, refletindo que os tomadores de decisão realmente levam em consideração esses fatores, porém ainda continuam priorizando obras de infraestrutura rodoviária baseando-se preponderadamente em características econômicas e logísticas.

No que tange aos subcritérios, observa-se um predomínio de um em relação aos outros três. São eles: Custo logístico (46,4%), Eixos logísticos nacionais (48,8%), População beneficiada (40,4%) e Pólos comerciais estratégicos (48%).

Apenas em relação ao risco, ocorreu uma ponderação mais homogênea e pode-se considerar que tanto a Dificuldade de licenciamento (31,6%) quanto a Disponibilidade orçamentária/financeira (30,4%) são os principais fatores.

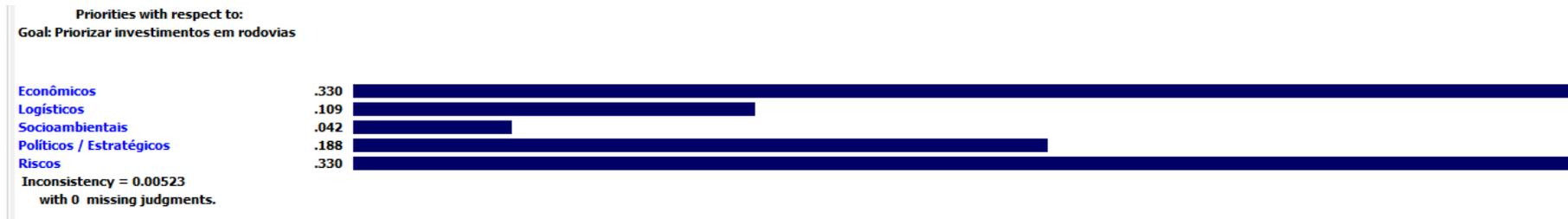
É importante ressaltar esse predomínio, vide ao fato que a formulação do AHP é muito sensível ao resultado observado na matriz de critérios. Qualquer análise em relação à sensibilidade dos fatores tende a observar uma imensa variação nos pesos Locais dos critérios e conseqüentemente nos pesos Globais dos subcritérios. Portanto, esses itens possuem maior potencial na hierarquização das alternativas.

Gráfico 5.1 – Resultado do julgamento do grupo A para a matriz de critérios



Fonte: o autor, 2016

Gráfico 5.2 – Resultado do julgamento do grupo D para a matriz de critérios



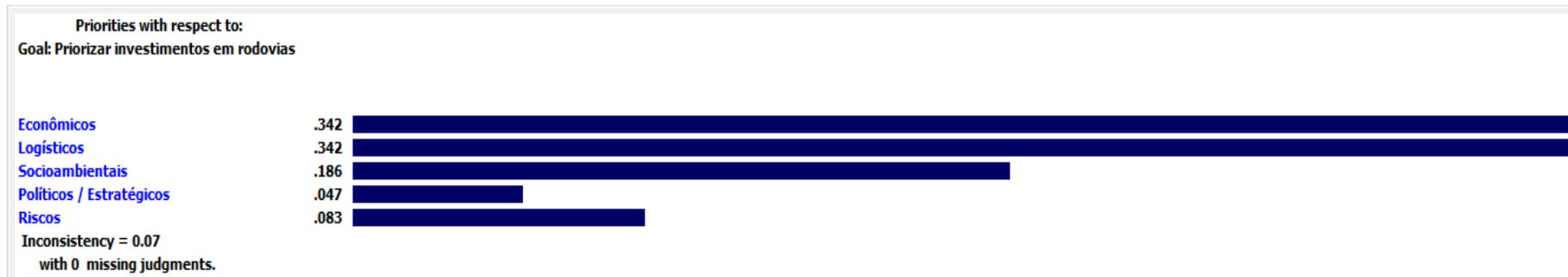
Fonte: o autor, 2016

Gráfico 5.3 – Resultado do julgamento do grupo E para a matriz de critérios



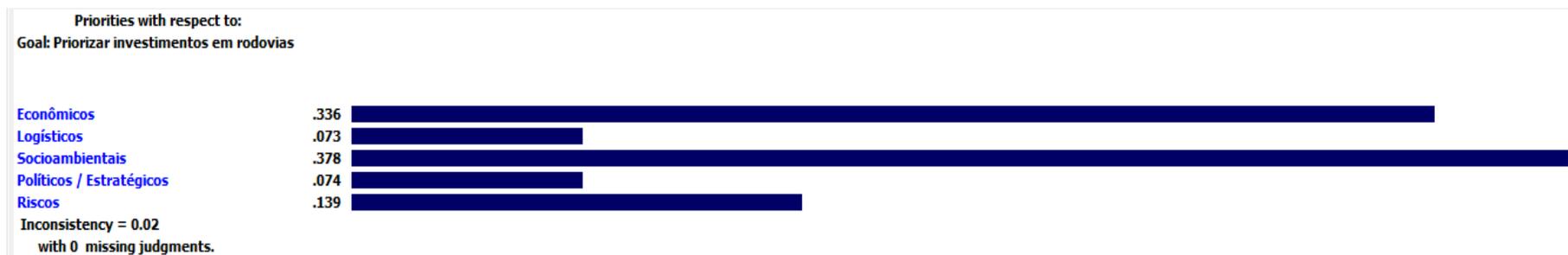
Fonte: o autor, 2016

Gráfico 5.4 – Resultado do julgamento do grupo F para a matriz de critérios



Fonte: o autor, 2016

Gráfico 5.5 – Resultado do julgamento do grupo G para a matriz de critérios



Fonte: o autor, 2016

Tabela 5.33 – Pesos locais e globais dos critérios e subcritérios

	Peso Local	Peso Global
Econômicos	32,7%	32,7%
Custo do empreendimento	22,7%	7,4%
Custo de transporte de passageiros	13,6%	4,4%
Custo logístico	46,4%	15,2%
Nível de serviço atual da rodovia	17,3%	5,7%
Logísticos	21,9%	21,9%
Integração regional	17,6%	3,8%
Eixos logísticos nacionais	48,8%	10,7%
Ligações internacionais	10,3%	2,3%
Multimodalidade	23,4%	5,1%
Socioambientais	18,2%	18,2%
Impacto ao meio ambiente	13,8%	2,5%
Segurança - acidentes	16,2%	2,9%
População beneficiada	40,4%	7,3%
Geração de empregos	29,6%	5,4%
Políticos / Estratégicos	12,0%	12,0%
Concentração regional das obras	25,3%	3,0%
Segurança nacional	13,5%	1,6%
Prazo de conclusão da obra	13,2%	1,6%
Pólos comerciais estratégicos	48,0%	5,7%
Riscos	15,3%	15,3%
Dificuldade de licenciamento	31,6%	4,8%
Dificuldade de desapropriação	17,8%	2,7%
Complexidade técnica de engenharia	20,2%	3,1%
Disponibilidade orçamentária/financeira	30,4%	4,6%

Fonte: o autor, 2016

Desconsiderando o fato de possíveis readequações na hierarquia e nos julgamentos, deve se observar apenas os pesos Globais, pois são eles que, calculados junto ao levantamento feito no item 5.5, gerarão o *ranking* das alternativas.

Consequentemente, os subcritérios mais relevantes são: Custo logístico (15,2%), Eixos logísticos nacionais (10,7%), Custo do empreendimento (7,4%), População beneficiada (7,3%) e Pólos comerciais estratégicos (5,7%). Apenas esses cinco subcritérios são responsáveis por praticamente metade dos pesos.

Como conclusão óbvia indica-se ser mais cuidadoso e detalhista quando se quer coletar dados das alternativas relacionados a esses subcritérios, vide a relevância imposta na hierarquia por tais.

Quando se realiza uma análise inversa de importância, ou seja, objetivando identificar os subcritérios menos relevantes, percebe-se que o Custo de transporte de passageiro, Ligações internacionais, Impacto ao meio ambiente, Segurança nacional e Prazo de conclusão de obras não são priorizados dentro de seus subgrupos.

Duas análises devem ser feitas. A primeira concerne no baixo peso relacionado ao Impacto ao meio ambiente, não condizendo com os esforços realizados pela comunidade internacional e também aos discursos nacionais sobre o assunto. Este ponto é bastante crítico. No *brainstorm* feito com alguns *decision makers* a explicação é de que como foram agrupados fatores sociais e ambientais num mesmo critério, os sociais prevaleceram.

A segunda análise consiste na baixa importância dada à redução de acidentes, no entanto uma das explicações dadas pelos tomadores de decisão foi de que para reduzir acidentes existem outras maneiras de agir. Na visão deles muito se pode conseguir por meio de mudanças na operação das rodovias, ou seja, inserindo fiscalização eletrônica e balanças de pesagem de caminhões. Além disso, comentou-se sobre a realização de obras pontuais como: construção de uma ponte, melhoras no pavimento e correções geométricas do traçado da rodovia.

Em geral é possível verificar conforme explícito no item 5.3, durante a explicação da etapa um, que os critérios/subcritérios que foram repetidos em maior quantidade de vezes naquela etapa também foram os que receberam os maiores pesos ao final do processo. Essa informação é relevante, pois indica que esses itens são aqueles identificados pelo “Sistema 1” e mesmo após a utilização do “Sistema 2” são considerados como os principais. Isto é, são itens importantes independente do decisor, contexto, histórico, interesses, entre outros.

Finaliza-se este item com a análise voltada ao custo do empreendimento. O peso Global para esse subcritério foi de 7,4%. Infere-se que esse item por si só é praticamente irrelevante para o processo de priorização, indicando que a análise está voltada para as externalidades do investimento, por exemplo: Custo logístico (15,2%), Integração regional (3,8%), Multimodalidade (5,1%), População beneficiada (7,3%), Geração de empregos (5,4%) e Pólos comerciais estratégicos (5,7%). Apenas esses itens citados representam juntos 42,6%, ou seja, 5,7 vezes mais importante que o custo do empreendimento.

5.8.3. RANKING DOS EMPREENDIMENTOS RODOVIÁRIOS

O *ranking* das alternativas é o resultado do somatório do produto da multiplicação dos pesos Globais pelos dados normalizados das alternativas. Após a inserção de todos os dados no *Expert Choice* foi possível gerar os gráficos abaixo para os grupos A, D, E, F e G.

Gráfico 5.6 – Priorização das alternativas de acordo com o grupo A



Fonte: o autor, 2016

Gráfico 5.7 – Priorização das alternativas de acordo com o grupo D



Fonte: o autor, 2016

Gráfico 5.8 – Priorização das alternativas de acordo com o grupo E



Fonte: o autor, 2016

Gráfico 5.9 – Priorização das alternativas de acordo com o grupo F



Fonte: o autor, 2016

Gráfico 5.10 – Priorização das alternativas de acordo com o grupo G



Fonte: o autor, 2016

Como se pode observar a BR-381/MG foi classificada em primeiro lugar em três das cinco análises, a BR-101/BA e BR-163/PR foram classificadas em primeiro lugar pelos outros dois grupos.

Para identificar a classificação e o *ranking* das alternativas, será feita a média aritmética das pontuações resultantes da análise dos cinco grupos. Segue a tabela abaixo:

Tabela 5.34 – Pontuações resultantes da análise dos grupos

Grupos	A	D	E	F	G	Média
BR-222/CE	0,157	0,172	0,172	0,149	0,168	0,164
BR-101/BA	0,186	0,145	0,126	0,152	0,142	0,150
BR-470/SC	0,110	0,107	0,118	0,121	0,113	0,114
BR-381/MG	0,141	0,136	0,204	0,180	0,191	0,170
BR-163/PR	0,153	0,188	0,136	0,131	0,140	0,150
BR-392/RS	0,091	0,135	0,130	0,116	0,119	0,118
BR-235/BA	0,161	0,118	0,115	0,150	0,127	0,134

Fonte: o autor, 2016

Para facilitar a visualização na tabela abaixo, as alternativas estão ordenadas conforme a pontuação e, além disso, existe uma tabela adicional normalizando os pesos, deixando mais fácil o entendimento e proporções entre as alternativas.

Tabela 5.35 – Alternativas definidas em ordem de prioridade

Prioridade	Alternativas	Pontuação	Normalização
1°	BR-381/MG	0,170	100%
2°	BR-222/CE	0,164	96%
3°	BR-101/BA	0,150	88%
4°	BR-163/PR	0,150	88%
5°	BR-235/BA	0,134	79%
6°	BR-392/RS	0,118	70%
7°	BR-470/SC	0,114	67%

Fonte: o autor, 2016

A primeira e segunda posição estão relativamente próximas, já a terceira e quarta foram definidas no arredondamento, ou seja, essas alternativas estão praticamente empatadas.

No item 1.4.2 realizou-se uma crítica em relação à qualidade dos EVTEAs contratados pela administração pública, onde um dos argumentos usados foi de que não é possível comparar os EVTEAs realizados por diversos motivos. Nesse ponto mostra-se uma das vantagens da

utilização da Análise Multicritério, pois foi provado ser possível a realização de um *ranking* dos empreendimentos.

Outro argumento favorável ao método utilizado nesta dissertação refere-se à transparência das informações e conseqüentemente dos resultados alcançados. Capdeville (2010) constatou a divergência de opiniões entre a administração pública e a iniciativa privada e, provavelmente, com a utilização do AHP essa discussão seria melhor qualificada, vide a transparência e facilidade de interpretação.

Por último, conclui-se que este item atende ao terceiro objetivo específico desta dissertação, descrito no item 1.3.

5.8.4. CENÁRIOS BASEADOS EM RESTRIÇÕES

Os trabalhos que utilizam o AHP por meio do *Expert Choice* normalmente apresentam análises de sensibilidade discutindo quais os efeitos conseqüentes da alteração dos pesos dos critérios/subcritérios em relação ao ranqueamento das alternativas.

Nesta dissertação, partindo-se do argumento que o resultado encontrado é consistente, que não seria necessário alterar os pesos encontrados e supondo que os levantamentos das informações das alternativas foram feitos de maneira razoável, são discutidas possíveis aplicações do método.

Tanto numa residência familiar quanto na administração pública existe um planejamento em relação ao que deve ser adquirido ou investido de acordo com o balanço de suas receitas e despesas.

Num cenário levando-se em consideração a estratégia nacional no que se refere à infraestrutura de transportes, esse planejamento também existe. Entretanto, no caso da administração pública, as receitas que surgem devido aos tributos não são constantes e dependem de inúmeros fatores, como: aumento da produção agrícola, aumento do consumo do mercado interno ou também diretamente devido aos aumentos dos impostos.

Portanto, o estabelecimento de cenários é de grande valia para a análise dos tomadores de decisão. Sendo assim, poderiam ocorrer situações onde a administração pública passasse por momentos de economia desaquecida (como é a situação atual do Brasil) e baixa arrecadação.

Num caso hipotético poderia ser estabelecido que o DNIT (autarquia responsável pelas rodovias federais) teria uma disponibilidade de R\$ 4 bilhões para os próximos dez anos. Sendo assim, o tomador de decisão deveria escolher qual das sete obras deveriam ser executadas. Numa primeira análise poderia ser executado dentro deste limite tanto a BR-381/MG quanto a BR-222/CE, as duas melhores obras ranqueadas.

Todavia, com este mesmo limite também poderiam ser executadas as obras na BR-222/CE, na BR-101/BA, na BR-163/PR, na BR-235/BA e na BR-392/RS. São várias as possíveis combinações que poderiam ser realizadas nesse sentido e obviamente os benefícios também seriam somados. Assim sendo, a priorização deixaria de ser obra por obra, mas sim num conjunto de obras prioritárias que trariam o maior benefício e, conseqüentemente, uma otimização do investimento público.

Além da restrição orçamentária/financeira, também existem outros tipos de restrições. Por exemplo, definiu-se que será executada uma obra por Unidade de Federação independentemente do valor do investimento. Deste modo o processo de priorização deveria ocorrer para cada UF e obviamente levando em consideração apenas as possíveis alternativas dentro de cada UF.

Com certeza essa proposta não seria a melhor maneira de otimizar o investimento público, pois obviamente seriam escolhidos empreendimentos não tão eficientes num contexto global, não gerando a otimização dos benefícios. Contudo, poderia ser considerado democrático visto que todas as UF seriam atendidas.

Assim, como estes dois casos, é possível criar inúmeros cenários baseados em restrições, em que é impossível o ser humano ser capaz de imaginar todas as combinações das alternativas e seus respectivos benefícios, reforçando ainda mais a necessidade da sistematização durante a tomada de decisão gerencial.

5.9. CRIAÇÃO DO ÍNDICE DE ATRATIVIDADE

É possível obter a pontuação de uma alternativa por meio de uma fórmula que combine os pesos Globais dos subcritérios com as informações normalizadas da alternativa.

Sabido que nos itens anteriores foi possível identificar a hierarquia de critérios e subcritérios assim como seus pesos, é possível a criação de uma fórmula matemática que represente o índice de atratividade do investimento. Para tanto, deve se seguir o raciocínio abaixo:

Para cada alternativa é possível gerar uma pontuação, caso existam os levantamentos dos dados dos vinte subcritérios. Então, infere-se que para a alternativa X, existe a pontuação P_x .

Logo, o raciocínio básico é:

$$P_x = \sum EC_x + \sum LO_x + \sum SO_x + \sum PE_x + \sum RI_x \quad (3)$$

Onde:

$$\sum EC_x = (a \cdot A_x) + (b \cdot B_x) + (c \cdot C_x) + (d \cdot D_x) \quad (4)$$

$$\sum LO_x = (e \cdot E_x) + (f \cdot F_x) + (g \cdot G_x) + (h \cdot H_x) \quad (5)$$

$$\sum SO_x = (i \cdot I_x) + (j \cdot J_x) + (k \cdot K_x) + (l \cdot L_x) \quad (6)$$

$$\sum PE_x = (m \cdot M_x) + (n \cdot N_x) + (o \cdot O_x) + (p \cdot P_x) \quad (7)$$

$$\sum RI_x = (q \cdot Q_x) + (r \cdot R_x) + (s \cdot S_x) + (t \cdot T_x) \quad (8)$$

Dado que:

Tabela 5.36 – Símbolos dos pesos globais e dos valores normalizados

Critérios e subcritérios	Peso Global	Valor normalizado da alternativa X
Econômicos	EC	EC_x
Custo do empreendimento	a	A _x
Custo de transporte de passageiros	b	B _x
Custo logístico	c	C _x
Nível de serviço atual da rodovia	d	D _x
Logísticos	LO	LO_x
Integração regional	e	E _x
Eixos logísticos nacionais	f	F _x
Ligações internacionais	g	G _x
Multimodalidade	h	H _x
Socioambientais	SO	SO_x
Impacto ao meio ambiente	i	I _x
Segurança - acidentes	j	J _x
População beneficiada	k	K _x
Geração de empregos	l	L _x
Políticos / Estratégicos	PE	PE_x
Concentração regional das obras	m	M _x
Segurança nacional	n	N _x
Prazo de conclusão da obra	o	O _x
Pólos comerciais estratégicos	p	P _x
Riscos	RI	RI_x
Dificuldade de licenciamento	q	Q _x
Dificuldade de desapropriação	r	R _x
Complexidade técnica de engenharia	s	S _x
Disponibilidade orçamentária/financeira	t	T _x

Fonte: o autor, 2016

O próximo passo é realizar a substituição das equações Eq. 4, Eq. 5, Eq. 6, Eq. 7 e Eq. 8 na equação Eq.3.

Logo:

$$P_x = (a \cdot A_x) + (b \cdot B_x) + (c \cdot C_x) + (d \cdot D_x) + (e \cdot E_x) + (f \cdot F_x) + (g \cdot G_x) + (h \cdot H_x) + (i \cdot I_x) + (j \cdot J_x) + (k \cdot K_x) + (l \cdot L_x) + (m \cdot M_x) + (n \cdot N_x) + (o \cdot O_x) + (p \cdot P_x) + (q \cdot Q_x) + (r \cdot R_x) + (s \cdot S_x) + (t \cdot T_x) \quad (9)$$

O último procedimento é substituir os pesos Globais dos subcritérios:

Logo:

$$P_x = (0,0741 \cdot A_x) + (0,0444 \cdot B_x) + (0,1516 \cdot C_x) + (0,0565 \cdot D_x) + (0,0385 \cdot E_x) + (0,1069 \cdot F_x) + (0,0226 \cdot G_x) + (0,0512 \cdot H_x) + (0,0251 \cdot I_x) + (0,0294 \cdot J_x) + (0,0733 \cdot K_x) + (0,0538 \cdot L_x) + (0,0304 \cdot M_x) + (0,0162 \cdot N_x) + (0,0158 \cdot O_x) + (0,0575 \cdot P_x) + (0,0483 \cdot Q_x) + (0,0272 \cdot R_x) + (0,0308 \cdot S_x) + (0,0463 \cdot T_x) \quad (10)$$

Essa equação Eq. 10 é a representação matemática dos resultados alcançados após a criação da hierarquia e os julgamentos feitos pelos *decision makers*.

Portanto, é possível utilizar essa equação para priorizar outros investimentos públicos em rodovias, isto é, aplicar para os outros empreendimentos rodoviários da carteira do PAC.

Ainda é importante ressaltar que os valores de entrada (A_x, B_x, C_x, \dots) devem estar harmonizados e normalizados.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

No último capítulo deste trabalho são descritas as considerações finais, relacionando aspectos teóricos do trabalho com os resultados encontrados e discutidos no item 5.8. Além disso é também explícito as várias limitações do estudo, delimitando sua contribuição científica e, por fim, recomendando diversos assuntos a serem estudados por trabalhos futuros.

6.1. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ainda na Introdução foi estabelecido que uma das propostas do trabalho é a de analisar as literaturas existentes sobre priorização em relação à utilização de Análise Multicritério, abordagem metodológica e os critérios de priorização. Todo o conteúdo foi escrito no capítulo 2 e como uma maneira de realizar a contribuição, criaram-se alguns indicadores sobre a quantidade de critérios e subcritérios dos trabalhos existentes, além da identificação qualitativa de todos eles.

No que tange ao Problema, item 1.1, foi possível realizar uma proposta concreta de como se devem priorizar os investimentos mais estratégicos, por meio da explicação do método e da própria estrutura da dissertação. Somado ao descrito, conseguiu-se definir quais são os critérios e subcritérios mais relevantes, assim como a obtenção dos pesos de cada um deles.

No que se refere à Hipótese, deve-se indicar que ela não foi refutada, visto que no corpo textual conseguiu-se observar critérios/subcritérios diferentes do padrão encontrado em outras literaturas, expressando o *feeling* técnico-político dos tomadores de decisão. Ainda foi possível entender como os julgamentos ocorrem por meio do item 3.4 e todo o contexto envolvido durante uma tomada de decisão.

Sendo possível constatar que existem diversas situações que alteram as decisões tomadas, inclusive algumas delas nem são percebidas pelos *decision makers* conforme os itens 3.2.2 e 3.4.1. Portanto, deduz-se que utilização do AHP é de extrema relevância na condução do processo devido sua transparência, efetividade e outras características dispostas no capítulo 4. A sistematização do processo de decisão ajuda a combater as diversas limitações dos *decision makers*, principalmente a capacidade intelectual limitada e a escassez do tempo (Kaufman, 1999; Kahneman, 2012).

No que concerne ao objetivo geral, toda a metodologia foi detalhada e enfatizada como uma ferramenta de suporte durante o processo de tomada de decisão, a fim de otimizar os investimentos públicos em infraestrutura rodoviária. Em relação aos objetivos específicos,

todos eles foram atendidos no quinto capítulo de forma quali-quantitativa, não se devendo esquecer de todo o suporte teórico dos capítulos terceiro e quarto.

No item 1.4 estabeleceu-se de maneira clara e concisa quais são as contribuições deste documento científico em relação à Sociedade, ao Programa de Pós-Graduação em Transportes da Universidade de Brasília e a própria comunidade acadêmica. Após a finalização desta redação foi possível concluir que essas contribuições foram alcançadas e inclusive há a possibilidade de avanço científico sobre o assunto para próximos trabalhos.

Em muitos parágrafos anteriores foram relacionadas situações do cotidiano com a teoria que suporta a tomada de decisão gerencial. São descritos aqui mais dois casos, o primeiro deles refere-se ao surgimento de dois subcritérios (Pólos comerciais estratégicos e Complexidade técnica de engenharia) apenas na segunda análise (segunda etapa) feita pelos decisores, essa segunda análise ocorreu um mês depois da primeira.

O comentário acima comprova que os seres humanos mudam suas preferências no decorrer do tempo, que possuem capacidade intelectual e de processamento limitada, sofrem muitas vezes com o efeito do mais recente e também são enganados pelos seus próprios “Sistema 1”. Toda essa análise reforça a necessidade da utilização de ferramentas que armazenem e processem os dados de maneira sistematizada, no âmbito em discussão sugere-se o uso do AHP.

O segundo caso é que mesmo tendo especificado um grupo de entrevistados extremamente restrito houve divergências significativas durante o procedimento proposto neste documento. Fato é que sempre os indivíduos vão possuir opiniões distintas, entretanto em muitos casos a tomada de decisão está mais voltada ao contexto em que ela foi tomada.

Portanto, é fundamental que os decisores saibam as diferenças entre uma escolha racional e a racionalidade limitada, como os julgamentos realmente ocorrem, o que é a lógica de adequação, como funciona uma decisão com múltiplos atores, como são formadas as coalizões e qual a influência final das instabilidades de participação em reuniões.

Outro ponto que necessariamente deve ser considerado, o qual foi detalhado no item 1.4.1, é a discussão de análises restritamente financeiras de investimentos públicos. Na visão deste trabalho, essa análise básica não deve ser realizada desse modo, pois a construção de rodovias são atos de políticas públicas que possuem sinergias com outras políticas tanto de transportes quanto de energia, saneamento, saúde, educação, entre outros.

O benefício gerado pela redução do custo de transporte e conseqüentemente do custo logístico é um fator significativo a ser considerado, no entanto, a população beneficiada, a integração regional, a redução de acidentes, o atendimento aos Pólos comerciais estratégicos e outros, também devem ser analisados. Definindo-se assim que a Análise Multicritério é uma boa ferramenta para executar esse processo.

A criação do AHP deve-se à realização de um planejamento de contingência visando estudar possíveis cenários futuros. Deste modo é indicado que os *decision makers* também usem essa ferramenta para um planejamento de mais longo prazo, sendo possível gerar cenários futuros baseados em restrições financeiras, melhorando o planejamento do setor de transportes nacional. Essa sugestão serve como suporte ao Plano Nacional de Logística Integrada – PNLI.

Por último, é preciso ser entendido que esta dissertação de mestrado também possui um objetivo mais genérico e abstrato. *A priori* quer conscientizar o tomador de decisão a utilizar ferramentas como o AHP ou similares para os processos decisórios. Por outro lado, visa explicitar para a comunidade acadêmica que a busca pelo avanço científico precisa continuar incessante e cada vez mais de forma multidisciplinar, pois na visão deste trabalho quanto mais qualificado for a discussão e o intercâmbio de informações tanto a academia quanto os tomadores de decisão melhorarão suas próprias *expertises*. Afinal, a maior beneficiária de todo esse processo será a sociedade.

6.2. LIMITAÇÕES DO ESTUDO E RECOMENDAÇÕES FUTURAS

Neste item serão apresentadas algumas limitações desta dissertação devido a diversas situações, onde será possível visualizar algumas lacunas do estudo e possíveis recomendações que podem ser o ponto de partida para novos trabalhos científicos.

Numa visão mais geral e lógica sobre o trabalho, qualquer documento científico deve estabelecer seus objetivos, contudo, é muito importante delimitar seu escopo. Como já informado anteriormente, este trabalho justifica-se pela necessidade de melhorar o entendimento sobre como ocorre o processo de tomada de decisão de investimentos públicos, utilização de pessoas qualificadas e que convivem no dia a dia com a rotina da tomada de decisão, aliando, em prol da ciência, os conhecimentos desses *decision makers* com ferramentas acadêmicas.

Neste sentido, seria recomendado que novos estudos abordassem outras ferramentas de análise, inclusive realizando entrevistas e novos debates partindo-se das conclusões deste trabalho.

O foco do trabalho em questão, concerne em tentar analisar o problema proposto no item 1.1. A partir disto foi criada uma hierarquização dos critérios e subcritérios relevantes, além da identificação dos pesos (autovetores) de cada um deles.

O estudo de caso das sete obras foi realizado visando atender a um dos objetivos específicos no item 1.3, demonstrando que é possível utilizar essa metodologia para ranquear os empreendimentos rodoviários no Brasil. Entretanto, é evidente que as obtenções de informações dos subcritérios foram bastante simplificadas, portanto sugere-se que novos trabalhos avancem nesse ponto e esgotem todas as possíveis informações que poderiam ser obtidas destes subcritérios.

Por exemplo, o subcritério “População beneficiada” foi definido por uma análise simplista, em que caso a rodovia cruzar o espaço territorial de um município, a população daquele município é contabilizada. Então, recomenda-se que outros trabalhos estudem, por exemplo, a influência de outras manchas urbanas que são beneficiadas e que, mesmo assim, não são atravessadas pelas rodovias. Uma alternativa seria a realização de Pesquisa Origem/Destino.

Em relação à limitação da parte teórica deste estudo, seria um grande avanço se pesquisadores da área da sociologia e psicologia criassem novos trabalhos, tendo como escopo o entendimento das atitudes desses tomadores de decisão. Entrevistas poderiam ser realizadas e analisadas por técnicas que vão muito além do intelecto deste trabalho.

Um ponto identificado como limitação da dissertação é a não realização de um levantamento bibliográfico de como eram realizadas as tomadas de decisão em anos anteriores, pois poderiam existir alguns *inputs* relevantes, os quais não foram abordados aqui.

Após a exposição teórica e os resultados obtidos, pode-se inferir como hipótese de um futuro trabalho que os critérios e subcritérios de priorização de investimentos são instáveis, variando de acordo com situações econômicas, sociais e políticas em que vive o país. Seria importante a identificação de critérios que variem com o passar dos anos e aqueles que perduram independente de qualquer situação exógena à discussão em questão.

Por último, recomenda-se que outros pesquisadores avancem com essa metodologia para as outras modalidades de transportes (ferroviário, aquaviário e aeroportuário). Pois, talvez, ao final desses possíveis trabalhos científicos poder-se-ia concretizar uma metodologia mais abrangente e na qual os investimentos fossem planejados de maneira integrada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO, (2004). Sinopse Econômica: Novas Estimativas do Modelo de Geração de Empregos do BNDES – nº 133. Brasília, Brasil, 8 p.

BRASIL. Decreto nº 6.025, de 22 de janeiro de 2007. Institui o Programa de Aceleração do Crescimento - PAC, o seu Comitê Gestor, e dá outras providências. Publicado no D.O.U. em 22 de janeiro de 2007.

BRASIL. Lei nº. 6.634, de 02 de maio de 1979. Dispõe sobre a Faixa de Fronteira, altera o Decreto-lei nº 1.135, de 3 de dezembro de 1970, e dá outras providências. Publicado no D.O.U. de 03 de maio de 1979.

BRASIL. Lei nº. 8.666, de 21 de junho de 1993. Institui normas para licitações e contratos da administração pública e dá outras providências. Publicado no D.O.U. de 22 de junho de 1993.

BRASIL. Lei nº. 12.462, de 04 de agosto de 2011. Institui o Regime Diferenciado de Contratações Públicas - RDC. Publicado no D.O.U. de 05 de agosto de 2011, ed. extra.

BRASIL. Lei nº. 12.952, de 20 de janeiro de 2014. Estima a receita e fixa a despesa da União para o exercício financeiro de 2014. Publicado no D.O.U. de 21 de janeiro de 2014.

BRASIL. Lei nº. 13.115, de 20 de abril de 2015. Estima a receita e fixa a despesa da União para o exercício financeiro de 2015. Publicado no D.O.U. de 22 de abril de 2015.

BRASIL. Lei nº. 13.255, de 14 de janeiro de 2016. Estima a receita e fixa a despesa da União para o exercício financeiro de 2016. Publicado no D.O.U. de 15 de janeiro de 2016.

CAMPOS NETO, C.A.S. (2014). Investimentos na Infraestrutura de Transportes: Avaliação do Período 2002-2013 e Perspectivas para 2014-2016. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Brasília, Brasil, 50 p.

CAPDEVILLE, A. (2010). Categorização dos Gargalos de uma Cadeia Logística de Transporte de Safra Agrícola. Dissertação de Mestrado, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, Brasil, 87 p.

CASSIOLATO, J.E.; SZAPIRO M. (2003). Uma Caracterização de Arranjos Produtivos Locais de Micro e Pequenas Empresas: Capítulo 2 do livro “Pequena empresa: cooperação e desenvolvimento local”. Relume Dumará Editora, Rio de Janeiro, 13 p.

CHIAVENATO, I. (1983). Introdução à Teoria Geral da Administração. McGraw Hill do Brasil, São Paulo, Brasil, 617 p.

DALAL, J.; MOHAPATRA, P.K.J.; MITRA, G. C. (2010). Prioritization of rural roads: AHP in group decision. *Engineering, Construction and Architectural Management*, v. 17, p.135 – 158.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES – DNIT (2015). Sistema Nacional de Viação. Disponível em <<http://www.dnit.gov.br/sistema-nacional-de-viacao/sistema-nacional-de-viacao>> Acesso em 15 dez. 2015.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES – DNIT (2015). Mapas Multimodais. Disponível em <<http://www.dnit.gov.br/mapas-multimodais/mapas-multimodais>> Acesso em 12 nov. 2015.

FURTADO, G. R. (2014). Priorização de Investimentos Rodoviários: Estudo de Caso BR-040, BR-116 e BR-381. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Minas Gerais, Programa de Pós-Graduação em Geotecnia e Transportes, Belo Horizonte, 112 p.

GIL, A.C. (2002). Como Elaborar Projetos de Pesquisa. Atlas, São Paulo, Brasil, 4ª ed, 175 p.

GOMES, C.F.S. (1999). Thor: um Algoritmo Híbrido de Apoio Multicritério à Decisão para Processos Decisórios com Alternativas Discretas. Tese de Doutorado, Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.

GOMES, L.F.A.M.; GOMES, C.F.S. (2012). Tomada de Decisão Gerencial: Enfoque Multicritério. Atlas S.A., São Paulo, 4ª ed, 331 p.

HAMMOND, J.S.; KEENEY, R.L.; RAIFFA, H. (1999). Decisões Inteligentes. Campus, Rio de Janeiro, Brasil, 272 p.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA – IPEA (2015). Acidentes de Trânsito nas Rodovias Federais Brasileiras: Caracterização, Tendências e Custos para a Sociedade. Brasília, 42 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE (2015). Informações sobre os Municípios Brasileiros. Disponível em <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php?lang>> Acesso em 12 dez. 2015.

JANNUZZI, P.M.; MIRANDA, W. L.; SILVA, D.S.G. (2009). Análise Multicritério e Tomada de Decisão em Políticas Públicas: Aspectos Metodológicos, Aplicativo Operacional e Aplicações. Informática Pública. Volume 11, 69 – 87.

<http://www.antaq.gov.br/portal/localizaportos.asp>

JANNUZZI, P.M. (2012). Indicadores Sociais No Brasil - Conceitos, Fontes de Dados e Aplicações. Alínea, Brasil, 5ª Ed.

KAHNEMAN, D. (2012). Rápido e Devagar: Duas Formas de Pensar. Objetiva, Rio de Janeiro, Brasil, Tradução: Cássio Leite, 607 p.

KAUFMAN, B. E. (1999). Emotional arousal as a source of bounded rationality. *Journal of Economics Behaviour & Organization*, v. 38, p. 135 – 144.

KUWAHARA, N. (2008). Planejamento Integrado do Setor de Transporte de Carga na Amazônia: Metodologia de Análise e Hierarquização de Alternativas de Investimentos em Infraestrutura de Transportes. Tese de Doutorado, Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-

Graduação e Pesquisa de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil, 189 p.

MAINARDES, E.W.; RAPOSO, H. A. M. (2011). Stakeholder theory: issues to resolve. *Management Decision*, v. 49, p. 226 – 252.

MANZINI, R. (2012). A Top-Down Approach and a Decision Support System for the Design and Management of Logistic Networks. *Transportation Research: Logistics and Transportation Review*, v. 48, p. 1185 -1204.

MARCH, J.G. (2009). Como as Decisões Realmente Acontecem: Princípio da Tomada de Decisões nas Organizações. Leopardo, São Paulo, Brasil, Tradução: André Machado, 241 p.

MEDAGLIA, A.L.; HUETH, D.; MENDIETA, J.C.; SEFAIR, J.A. (2008). A multiobjective model for the selection and timing of public enterprise projects. *Socio-Economic Planning Sciences*. v. 42, p. 31 – 45.

MENDES, E.C. (2009). Aplicação de Análise Multicritério em Projetos de Investimento em Infraestrutura de Transportes de Carga no Brasil. Dissertação de Mestrado, Engenharia de Produção, Universidade Federal Fluminense, Niterói, Brasil, 130 p.

MIETTINEN, K.; SALMINEN, P. (1999). Decision-aid for discrete multiple criteria decision making problems with imprecise data. *European Journal of Operation Research*. p. 50 – 60.

MINISTÉRIO DA FAZENDA (2013). Economia Brasileira em Perspectiva: Balanço 2012 e Perspectivas 2013. Brasília, Brasil, 18ª ed, 138 p.

MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO, ORÇAMENTO E GESTÃO (2015). Programa de Aceleração do Crescimento. Disponível em <<http://www.planejamento.gov.br/ministerio.asp?index=61&ler=s881>> Acesso em 25 jan. 2015.

MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO, ORÇAMENTO E GESTÃO (2014). 11º Balanço do Programa de Aceleração do Crescimento 2. Disponível em < <http://www.pac.gov.br/sobre-o-pac/divulgacao-do-balanco/balancos-anteriores> > Acesso em 30 jun. 2015.

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES; MINISTÉRIO DA DEFESA (2007). Plano Nacional de Logística e Transportes – Relatório executivo. Disponível em: < <http://transportes.gov.br/images/2014/11/PNLT/2007.pdf>> Acesso em 25 fev. 2015.

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES (2011). Plano Nacional de Logística e Transportes. Disponível em: <<http://www2.transportes.gov.br/bit/01-inicial/pnlt.html>> Acesso em 20 jan. 2015.

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES (2015). Mapas Multimodais. Disponível em: <<http://www.dnit.gov.br/mapas-multimodais/mapas-multimodais>> Acesso em 11 out. 2015.

MUNIZ, M.B.C. (2013). O Modelo de Gestão do PAC. 1ª Jornada Internacional da Gestão Pública. Formato de apresentação, Brasília, Brasil. Disponível em <http://pt.slideshare.net/PAC_Brasil/apresentao-do-secretrio-do-pac-maurcio-muniz-na-1-jornada-internacional-de-gesto-pblica> Acesso em 04 fev. 2015.

OBSERVATÓRIO BRASILEIRO DE ARRANJOS PRODUTIVOS LOCAIS (2016). Sistema de Banco de Dados Nacional APL. Disponível em <<http://portalapl.ibict.br/apls/index.html?>> Acesso em 30 jan. 2016.

PINHEIRO, A.C.; FRISCHTAK, C.R. (2014). Gargalos e Soluções na Infraestrutura de Transportes. Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, Brasil, 348 p.

PROGRAMA DE INVESTIMENTO EM LOGÍSTICA (2015). Concessões rodoviárias. Disponível em <<http://www.logisticabrasil.gov.br/rodovias3>> Acesso em 27 jan. 2015.

RABELLO QUADROS, S. G. (2014). Contribuição ao Processo de Priorização de Investimentos em Infraestrutura de Transportes pelo uso do Método de Análise Hierárquica. Tese de Doutorado, Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil, 301 p.

RAMOS, R. A. R. (2000). Localização Industrial: Um Modelo Espacial para o Noroeste de Portugal. Tese de Doutorado, Escola de Engenharia, Universidade do Minho, Braga, Portugal, 299 p.

ROMERO, C. (1996). Análises de las decisiones multicritério. Isdefe, Madri, Espanha.

SAATY, T. L. (1980). The Analytic Hierarchy Process. N. York, USA: McGraw-Hill.

SAATY, T. L. (1991) Método de Análise Hierárquica. McGraw-Hill e Makron Books do Brasil, São Paulo, Brasil, Tradução: Wainer Silva, 367 p.

SANTANA, W. C. (2004). Proposta de Modelo de Desenvolvimento de Sistema de Medição de Desempenho Logístico. Dissertação de Mestrado, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Industrial, Rio de Janeiro, 152 p.

SILVA, A. C. S.; NASCIMENTO, L. P. A. S.; BELDERRAIN, M. C. N. (2007). Método de apoio multicritério à decisão na seleção e priorização de portfólio de projetos. *XIII Encontro de Iniciação Científica e Pós-Graduação do Instituto Tecnológico de Aeronáutica – ENCITA*, São José dos Campos, Brasil, 10p.

SANTOS, L.S.; LOUREIRO, S.A.; LIMA JÚNIOR, O.F.; BERTONCINI, B.V.; BEZERRA, O.B. (2014). Análise da literatura de geografia do tempo aplicada ao transporte urbano de cargas. *Anais do XX Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes*, ANPET, Curitiba.

SHORT, J.; KOPP, A. (2005). “Transport infrastructure: Investment and planning. Policy and research aspects”. *Transport Policy*, v. 12, p. 360 – 367.

SILVA, R.B.; NETTO, M.A.C. (2010). Uma estrutura de apoio à decisão para orientar a escolha de projetos prioritários para a infraestrutura de transporte do Brasil, *XLII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional*, SOBRAPO, Bento Gonçalves, Brasil, p. 1213 -1224.

SOBRATEMA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE TECNOLOGIA PARA CONSTRUÇÃO E MINERAÇÃO (2013). Principais investimentos em infraestrutura no Brasil até 2018. 4ª edição.

SOUZA, A.C.B.H. (2012). Aplicação do método AHP na análise de projetos da indústria de refino de petróleo. Dissertação de mestrado, Departamento de Administração, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil, 72 p.

TUDELA, A.; AKIKI, N.; CISTERNAS, R. (2006). “Comparing the Output of Cost Benefit and Multi-Criteria Analysis: An Application to Urban Transport Investments”. *Transportation Research: Policy and Practice*, volume 40, p. 414–423.

VARGAS, R.V. (2010). Using the Analytic Hierarchy Process (AHP) to Select and Prioritize Projects in a Portfolio. *PMI Global Congress 2010 – North America*, Washington, Estados Unidos.

VON WINTERFELDT, D., EDWARDS, W. (1986). *Decision Analysis and Behavioural Research*. Cambridge University Press, Cambridge, Inglaterra 624 p.

VOOGD, H. (1983). *Multicriteria Evaluation for Urban and Regional Planning*. Pion, Londres, Inglaterra, 367 p.

WORLD BANK (2012). *How to Decrease Freight Logistics Costs in Brazil*. Washington, Estados Unidos, 176 p.

WORLD BANK (2014). *Connecting to Compete 2014: Trade Logistics in the Global Economy - The Logistics Performance Index and Its Indicators*. Washington, Estados Unidos, 72 p.

WORLD ECONOMIC FORUM (2011). *The global competitiveness report 2011 – 2012*. Genebra, Suíça, 544 p.

APÊNDICE
A – MAPAS DAS RODOVIAS

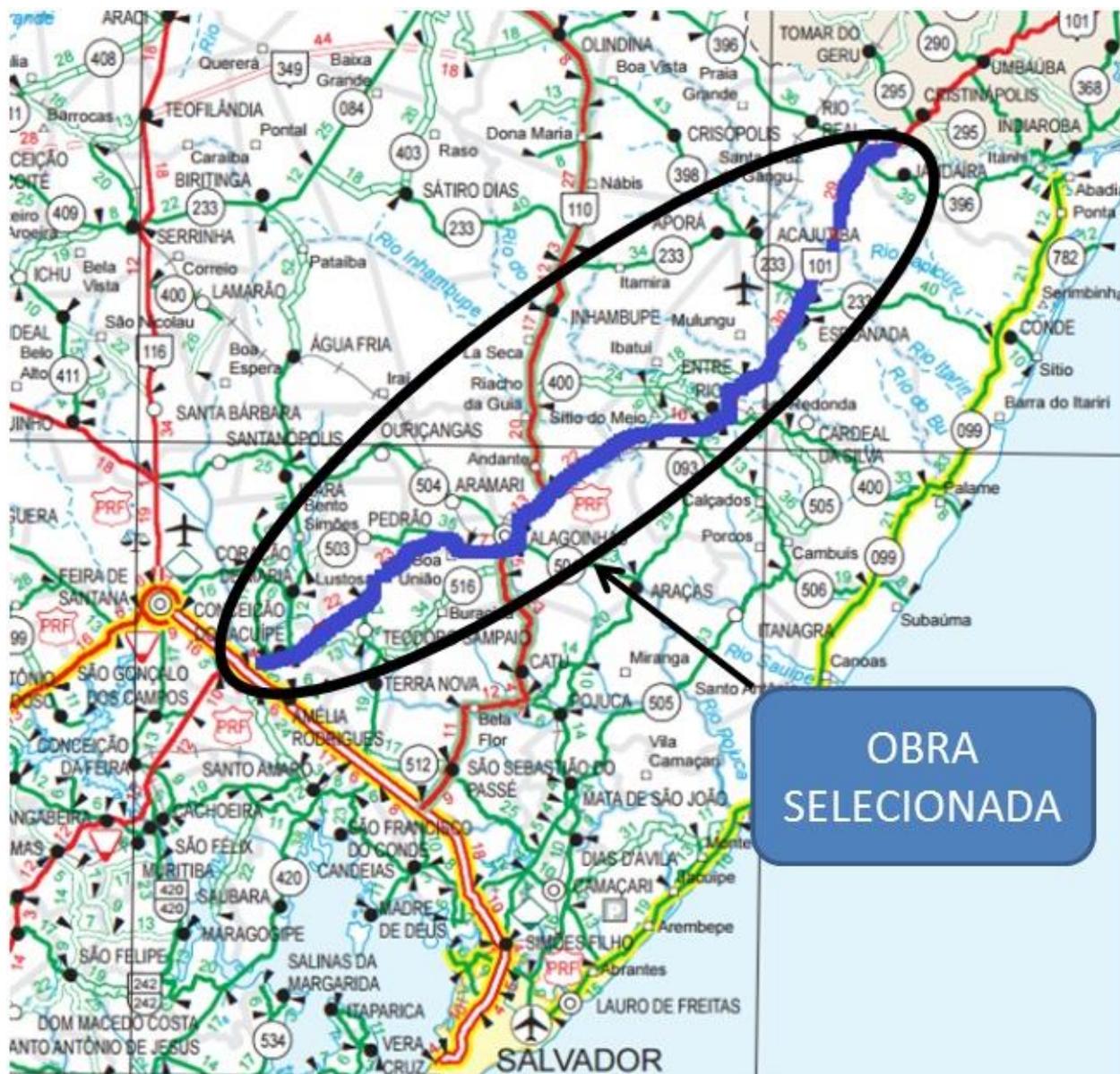


Figura A.1 - BR-101/BA

Fonte: adaptado Ministério dos Transportes, 2015



Figura A.2 - BR-470/SC

Fonte: adaptado Ministério dos Transportes, 2015



Figura A.3 - BR-392/RS

Fonte: adaptado Ministério dos Transportes, 2015



Figura A.4 - BR-163/PR

Fonte: adaptado Ministério dos Transportes, 2015

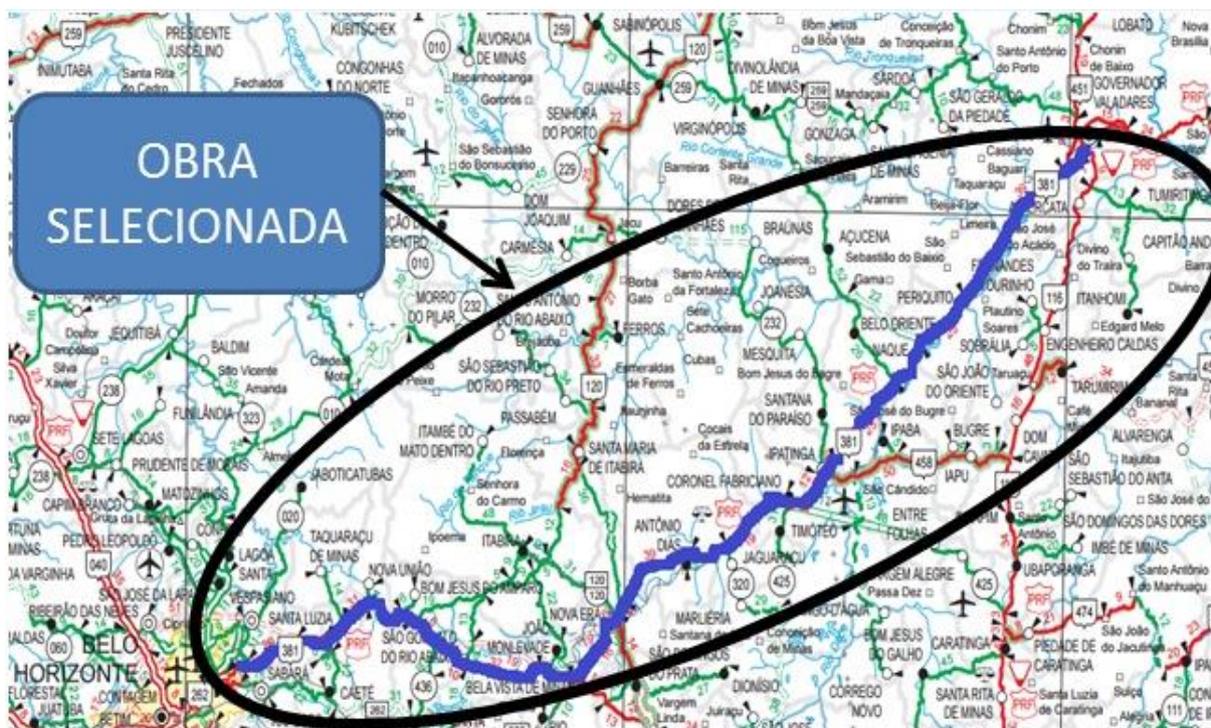


Figura A.5 - BR-381/MG

Fonte: adaptado Ministério dos Transportes, 2015

B – RESULTADOS DOS JULGAMENTOS DOS SUBCRITÉRIOS DO GRUPO D



Figura B.1 - Resultados dos julgamentos dos subcritérios do grupo D

Fonte: o autor, 2015

C – PLANILHAS ENVIADAS PARA O JULGAMENTO DOS DECISORES

	Comparação																	
Econômicos	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Custo do empreendimento (menor)																		Custo de transporte de passageiros (maior)
Custo do empreendimento (menor)																		Custo logístico (maior)
Custo do empreendimento (menor)																		Nível de serviço atual da rodovia (menor)
Custo de transporte de passageiros (maior)																		Custo logístico (maior)
Custo de transporte de passageiros (maior)																		Nível de serviço atual da rodovia (menor)
Custo logístico (maior)																		Nível de serviço atual da rodovia (menor)

	Comparação																	
Logísticos	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Integração regional (maior)																		Eixos logísticos nacionais (maior)
Integração regional (maior)																		Ligações internacionais (maior)
Integração regional (maior)																		Multimodalidade (maior)
Eixos logísticos nacionais (maior)																		Ligações internacionais (maior)
Eixos logísticos nacionais (maior)																		Multimodalidade (maior)
Ligações internacionais (maior)																		Multimodalidade (maior)

	Comparação																	
Políticos / Estratégicos	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Concentração regional das obras (menor)																		Segurança nacional (maior)
Concentração regional das obras (menor)																		Prazo de conclusão da obra (menor)
Concentração regional das obras (menor)																		Pólos comerciais estratégicos (maior)
Segurança nacional (maior)																		Prazo de conclusão da obra (menor)
Segurança nacional (maior)																		Pólos comerciais estratégicos (maior)
Prazo de conclusão da obra (menor)																		Pólos comerciais estratégicos (maior)

	Comparação																		
Riscos	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Dificuldade de licenciamento (menor)																		Dificuldade de desapropriação (menor)	
Dificuldade de licenciamento (menor)																		Complexidade técnica de engenharia (menor)	
Dificuldade de licenciamento (menor)																		Disponibilidade orçamentária/financeira (maior)	
Dificuldade de desapropriação (menor)																		Complexidade técnica de engenharia (menor)	
Dificuldade de desapropriação (menor)																		Disponibilidade orçamentária/financeira (maior)	
Complexidade técnica de engenharia (menor)																		Disponibilidade orçamentária/financeira (maior)	

	Comparação																		
Sócioambientais	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Impacto ao meio ambiente (menor)																		Uso e ocupação do solo (mais eficiente)	
Impacto ao meio ambiente (menor)																		Segurança – acidentes (maior)	
Impacto ao meio ambiente (menor)																		População beneficiada (maior)	
Impacto ao meio ambiente (menor)																		Geração de empregos (maior)	
Uso e ocupação do solo (mais eficiente)																		Segurança – acidentes (maior)	
Uso e ocupação do solo (mais eficiente)																		População beneficiada (maior)	
Uso e ocupação do solo (mais eficiente)																		Geração de empregos (maior)	
Segurança – acidentes (maior)																		População beneficiada (maior)	
Segurança – acidentes (maior)																		Geração de empregos (maior)	
População beneficiada (maior)																		Geração de empregos (maior)	

Figura C.1 - Planilhas enviadas para o julgamento dos decisores

Fonte: o autor, 2015

D – INFORMAÇÕES ENVIADAS AOS DECISORES – ETAPAS 1 e 2

"Prezados,

Como sabem, chego à reta final do Mestrado em Planejamento de Transportes, oferecido pelo Programa de Pós-Graduação em Transportes da Universidade de Brasília.

Atualmente, dedico-me a escrever a dissertação. O tema central do trabalho que desenvolvo, refere-se à tomada de decisão no âmbito do planejamento de investimentos públicos em infraestrutura rodoviária, tendo utilizado uma metodologia de Análise Multicritério.

Deste modo, peço gentilmente o apoio dos senhores no que concerne a uma disseminação do conhecimento que possuem. É evidente que o tempo de vocês é um recurso extremamente escasso, por isso criei uma estratégia de obter as informações necessárias por uma espécie de *brainstorming* e *brainwriting*.

Em suma, a contribuição vinda dos senhores será fundamental no meu estudo de caso, qual concerne em realizar uma priorização de alguns empreendimentos rodoviários contidos na carteira do PAC.

Sem mais delongas, em tese, acredito que precisarei da contribuição dos senhores em três etapas, sendo elas:

I. Definição da Hierarquia – Parte 1: Preciso montar uma estrutura lógica, por meio de uma hierarquia, na qual estejam explícitos todos os critérios que os senhores julgam necessários durante o planejamento de investimento público em rodovias.

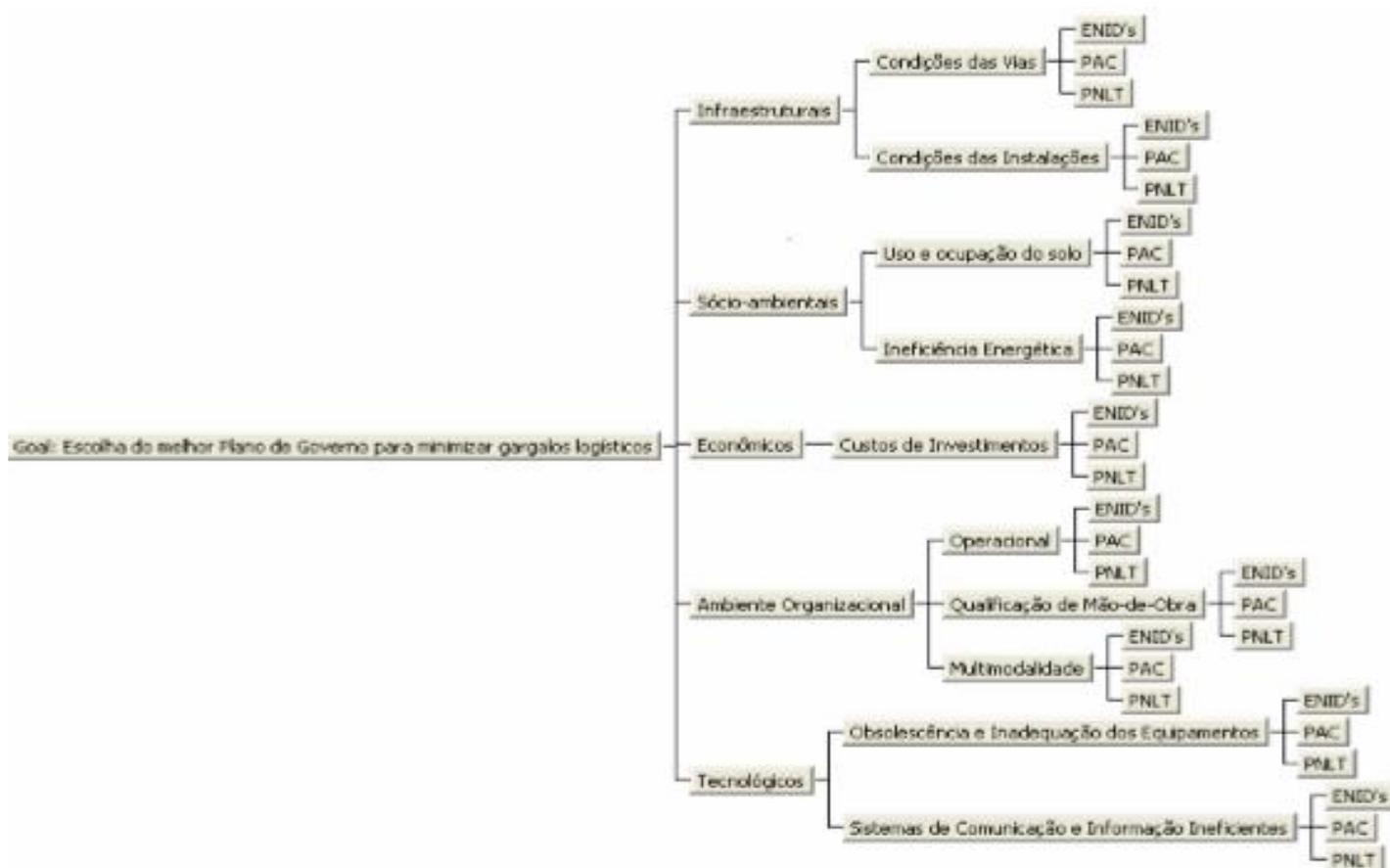
II. Definição da Hierarquia – Parte 2: O método utilizado se baseia em apenas uma hierarquia e sabido que seria impossível reunir todos, serão geradas várias hierarquias. Após a primeira etapa, realizarei um processo de compatibilização de todas as sugestões apresentadas, surgindo uma “grande” hierarquia. Assim sendo, enviarei essa nova hierarquia para os senhores objetivando saber se possuem concordâncias ou divergências ao material apresentado. Após essa segunda análise e retorno das suas novas sugestões, criarei a hierarquia definitiva.

III. Julgamentos dos decisores: Apresentada a hierarquia definitiva com os critérios e subcritérios identificados como relevantes de serem verificados durante o planejamento do investimento, inicia-se a última etapa, aquela em que serão realizados os julgamentos paritários entre todos os critérios. O resultado final desses julgamentos será a ponderação da importância de cada um dos critérios e subcritérios.

DEFINIÇÃO DA HIERARQUIA – ETAPA 1

Essa definição é bastante simples e será de fácil execução, visto suas experiências.

Para facilitar o entendimento do procedimento, será apresentado o trabalho de Capdeville (2010), que utilizou do mesmo método de Análise Multicritério objetivando identificar qual seria o melhor Plano de Governo para minimizar gargalos logísticos. A hierarquia dela ficou definida por cinco critérios e dez subcritérios, como apresentado abaixo:



Deste modo, considerando que a minha dissertação se refere ao planejamento de investimentos em rodovias, peço para que os senhores montem a hierarquia de acordo com suas experiências e conhecimentos. Podem ser descritos qualquer quantidade de critérios e subcritérios.

No contexto da dissertação, o investimento em rodovias resume-se em: obras de pavimentação/construção e adequação/duplicação.

Para facilitar a montagem da estrutura hierárquica, será convencionado que os critérios serão digitados em **negrito** e os subcritérios em *itálico*. No exemplo acima, deveria ser exposto assim:

Infraestruturais

Condições das vias

Condições das instalações

Socioambientais

Uso e ocupação do solo

Ineficiência energética

Econômicos

Custos dos investimentos

Ambiente Organizacional

Operacional

Qualidade da mão-de-obra

Multimodalidade

Técnicos

Obsolescência e inadequação dos equipamentos

Sistemas de informação e comunicação ineficientes

Assim sendo, se você tivesse que priorizar investimentos públicos em rodovias, quais critérios e subcritérios escolheria?

Se possível, gostaria da gentileza dos senhores para que me enviassem as informações até a próxima sexta-feira (02/10).

Fico disponível para sanar qualquer dúvida que venha a ocorrer.

Muito obrigado pela contribuição!

Guilherme Luiz Bianco

DEFINIÇÃO DA HIERARQUIA – ETAPA 2

Após a realização da primeira etapa, foi possível identificar várias concordâncias no material enviado pelos senhores e informo-lhes que a segunda etapa é também bastante simples.

Ressalto que foi feita uma compilação dos critérios e subcritérios apresentados e devido a uma limitação teórica do método, não é recomendável utilizar mais de sete subcritérios por critério, portanto alguns deles foram unificados e outros excluídos.

Abaixo segue a lista atualizada:

Econômicos

Custo do investimento (menor)

Impacto no custo de transporte de passageiros (maior redução)

Impacto no custo logístico (maior redução)

Diminuição de distância entre origem/destino (maior diminuição)

Nível de serviço atual da rodovia (VMD, qualidade do pavimento, quantidade de faixas e tempo de deslocamento)

Logísticos

Corredores de exportação/importação (maior)

Integração regional (maior)

Eixos regionais – ligações capitais – capitais (maior)

Ligações internacionais (maior)

Multimodalidade (maior)

Socioambientais

Impacto ao meio-ambiente (menor)

Uso e ocupação do solo (mais eficiente)

Acidentes fatais (menor)

População atingida (maior)

Renda média

Geração de empregos (maior)

Políticos / Estratégicos

Distribuição regional das obras (maior)

Segurança nacional (maior)

Prazo de conclusão da obra (menor)

Riscos

Dificuldade de licenciamento (menor)

Dificuldade de desapropriação(menor)

Disponibilidade orçamentária/financeira (maior)

Assim sendo, gostaria que os senhores realizassem mais uma vez a análise. Fiquem a vontade para excluir ou incluir critérios e subcritérios. Nos casos em que foi excluído alguns itens contidos nas propostas dos senhores, podem acrescentá-los novamente na lista, caso ainda os julguem necessários. Porém desta vez peço para que se possuírem algum ponto relevante, descrevam de forma textual como observação.

Para facilitar a montagem da estrutura hierárquica, continua convencionado que os critérios serão digitados em **negrito** e os subcritérios em *itálico*. Todavia, para esta segunda etapa, caso sejam inseridas informações, escrevam-nas em **AZUL** e caso julguem desnecessárias, deixem-nas em **VERMELHO**.

Se possível, gostaria da gentileza dos senhores para que me enviassem as informações até a próxima quarta-feira (28/10).

Fico disponível para sanar qualquer dúvida dos senhores que venha a ocorrer.

Muito obrigado pela contribuição!

Guilherme Luiz Bianco