



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

ISAQUE BARROS DE LIMA

**APLICAÇÃO DO MÉTODO *ANALYTIC HIERARCHY PROCESS* (AHP) PARA  
HIERARQUIZAÇÃO DE RODOVIAS NO ESTADO DE PERNAMBUCO**

Recife

2023

ISAQUE BARROS DE LIMA

**APLICAÇÃO DO MÉTODO *ANALYTIC HIERARCHY PROCESS* (AHP) PARA  
HIERARQUIZAÇÃO DE RODOVIAS NO ESTADO DE PERNAMBUCO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
ao Curso de Graduação em Engenharia Civil da  
Universidade Federal de Pernambuco, como  
requisito parcial para obtenção do grau de  
Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Reuber Arrais Freire

Recife

2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Lima, Isaque Barros de.

Aplicação do método analytic hierarchy process (AHP) para hierarquização de rodovias do estado de Pernambuco / Isaque Barros de Lima. - Recife, 2023.  
123 p. : il., tab.

Orientador(a): Reuber Arrais Freire

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências, Engenharia Civil - Bacharelado, 2023.

Inclui referências, apêndices.

1. AHP. 2. SGP. 3. Sistema de gerência de pavimentos. 4. hierarquização. 5. priorização. I. Freire, Reuber Arrais. (Orientação). II. Título.

620 CDD (22.ed.)

ISAQUE BARROS DE LIMA

**APLICAÇÃO DO MÉTODO *ANALYTIC HIERARCHY PROCESS* (AHP) PARA  
HIERARQUIZAÇÃO DE RODOVIAS NO ESTADO DE PERNAMBUCO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao  
Curso de Graduação em Engenharia Civil da  
Universidade Federal de Pernambuco, Centro de  
Tecnologia e Geociências, como requisito parcial  
para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia  
Civil.

Aprovado em: 06 / 10 / 2023.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Reuber Arrais Freire (Orientador)  
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

---

Prof. Dr. Maurício Oliveira de Andrade (Examinador Interno)  
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE

---

MSc. André Fillippe Farias de Oliveira (Examinador Externo)  
Gerente de Projetos, NORCONSULT

Dedico este trabalho à minha mãe Maria Florêncio Barros de Lima (in memoriam) que me ensinou a confiar em Deus e ter perseverança mediante as adversidades da vida.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradecer a Deus pelo dom da vida e por tudo que me foi concedido e confiado. Fornecendo conforto e apoio nos dias ruins e alegria nos dias bons, me concedendo paz no decorrer dessa caminhada.

Agradeço a minha família que sempre me apoiou e esteve presente todos os dias, em especial pelo meu pai, Marnildo Oliveira, responsável pelo meu exemplo de vida, determinação e honestidade, que sempre me apoiou em minhas escolhas e caminhos. Agradeço a minha linda noiva, Leticia Lucena, que tem sido fundamental em meus resultados, me apoiando e estando sempre ao meu lado, nos momentos mais adversos da vida, gradeço a compreensão nesses anos onde muitas vezes me via sobrecarregado entre a graduação e a carreira profissional, sendo minha inspiração para continuar enfrentando o esgotamento dos dias difíceis, assim como agradeço também toda sua família que me acolheu e me fez sentir já como parte da família.

As pessoas que me ajudaram com sua boa vontade e experiência, principalmente na pessoa de Bernadete Andrade, que me possibilitou iniciar essa graduação com muito esforço e sabedoria, sou grato por pessoas que passaram por minha trajetória e deixaram um pouco de sua experiência de vida e inspiração, sem dúvida trago um pouco de cada um comigo.

Meus agradecimentos a UFPE junto aos professores que contribuíram grandemente para essa formação acadêmica, compartilhando além do conhecimento, suas experiências e deixaram cada um o seu legado. Em especial ao professor Reuber Freire, por ter orientado este trabalho e ter sido tão solícito e compreensivo, fornecendo a inspiração e direção necessária para minha formação.

Meus agradecimentos a TPF Engenharia, por fornecer meu ingresso no mercado de trabalho e ter dado grandes oportunidades profissionais, permitindo experiências incontáveis, aos meus colegas de trabalho que sempre se fizeram presentes com suas orientações e ensinamentos, em especial a Roger Azevedo, que tem aberto grandes oportunidades de crescimento profissional e pessoal, sendo fonte de inspiração na engenharia.

Agradeço a colaboração do DER-PE, por toda atenção e colaboração, sem eles este trabalho não seria possível.

Por fim gostaria de agradecer a toda a banca examinadora, por fazerem parte desta etapa tão importante da minha carreira e terem aceitado este desafio.

Todo meu caminho até aqui tem sido um somatório dos vários caminhos que cruzaram o meu e me inspiraram a seguir, cada vez mais, em frente, na busca de construir um mundo melhor.

## RESUMO

A hierarquização de rodovias é uma prática eficiente na gestão de infraestrutura, sua atribuição ao um Sistema de Gerência de Pavimentos fornece mais uma ferramenta eficaz para auxílio a tomada de decisão, relacionada a aplicação de recursos financeiros para atividades de manutenção e reabilitação. O uso do *Analytic Hierarchy Process* (AHP) para hierarquização de rodovias de uma malha rodoviária estadual possibilita um processo sistemático que avalia e classifica as rodovias com base em critérios e subcritérios específicos, combinando dados objetivos e subjetivos e os validando através de um teste de consistência matemática. A partir da aplicação de um questionário contendo critérios e subcritérios pertinentes índices e fatores existentes na malha rodoviária Pernambucana, foi possível aplicar o AHP combinando respostas de três setores relacionados a área de transportes, com representantes dos setores acadêmico, privado e público, que participam diretamente e indiretamente desse processo decisório. Como resultado foi obtida uma hierarquia de rodovias baseada em sua ordem de prioridades composta por quatro rodovias, selecionadas através de critérios pré-estabelecidos para exemplificação da malha rodoviária estadual para ser aplicado o método AHP.

**Palavras-chave:** AHP; SGP; Sistema de gerência de pavimentos; hierarquização; priorização.

## **ABSTRACT**

The hierarchization of highways is an efficient practice in infrastructure management, and its assignment to a Pavement Management System provides another effective tool to aid decision-making related to the application of financial resources for maintenance and rehabilitation activities. The use of the Analytic Hierarchy Process (AHP) to rank roads in a state highway network enables a systematic process that evaluates and ranks roads based on specific criteria and sub-criteria, combining objective and subjective data and validating them through a mathematical consistency test. By applying a questionnaire containing criteria and sub-criteria pertinent to the indices and factors existing in Pernambuco's road network, it was possible to apply the AHP combining responses from three sectors related to the transportation area, with representatives from the academic, private and public sectors, who participate directly and indirectly in this decision-making process. The result was a hierarchy of highways based on their order of priority, made up of four highways, selected using pre-established criteria to exemplify the state's road network for application of the AHP method.

**Keywords:** AHP; SGP; Pavement management system; hierarchization; prioritization.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - trincas isoladas.....	22
Figura 2 - trincas interligadas .....	22
Figura 3 - outros defeitos.....	23
Figura 4 - defeitos de pavimento rígido. ....	24
Figura 5 - defeitos de pavimento rígido. ....	25
Figura 6 - Escala de classificação padrão para o PCI.....	29
Figura 7 - Fluxograma do procedimento do AHP. ....	33
Figura 8 - Estrutura hierárquica do AHP.....	35
Figura 9 - Estrutura hierárquica para análise AHP.....	38
Figura 10 - Estrutura hierárquica para aplicação do AHP.....	39
Figura 11 - Estrutura hierárquica.....	41
Figura 12 - Malha rodoviária estadual.....	42
Figura 13 - Estado de Pernambuco dividido em regiões. ....	43
Figura 14 - Mesorregiões do estado de Pernambuco.....	44

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Defeitos no pavimento. ....	27
Tabela 2 - Modelos contratuais. ....	39
Tabela 3 - Critérios e subcritérios elencados.....	40
Tabela 4 - Escala Fundamental de Saaty. ....	52
Tabela 5 - Matriz de importâncias relativas dos critérios.....	52
Tabela 6 - Matriz de importâncias relativas dos subcritérios do critério economia.....	53
Tabela 7 - Matriz de importâncias relativas dos subcritérios do critério tipo de revestimento. .....	53
Tabela 8 - Escala fundamental de Saaty.....	53
Tabela 9 - Codificação do setor do decisor. ....	54
Tabela 10 - Código de identificação do decisor. ....	54
Tabela 11 - Índices Randômicos de matrizes aleatórias.....	56
Tabela 12 - Taxa de Consistência em função do número de critérios. ....	57
Tabela 13 - Extensão em metros da rodovia A nos municípios 2, 2 e 3.....	57
Tabela 14 - Dados dos municípios da rodovia A. ....	58
Tabela 15 - Notas objetivas da rodovia A para os critérios: pluviometria, população, PIB per capita e IDH.....	58
Tabela 16 - Nota média do PCI na rodovia A. ....	58
Tabela 17 - Extensões em metros e notas objetivas da rodovia A. ....	58
Tabela 18 - Atribuição das notas as rodovias. ....	59
Tabela 19 - Taxas de Consistência (TC) dos decisores utilizados na hierarquização. ....	60
Tabela 22 - Distribuição das hierarquias junto as notas finais por decisor do setor acadêmico. .....	64
Tabela 25 - Pesos dos critérios locais e globais do setor acadêmico.....	66
Tabela 26 - Hierarquia da média do setor acadêmico. ....	66
Tabela 29 - Distribuição das hierarquias junto as notas finais por decisor do setor privado. ..	69
Tabela 30 - Distribuição das hierarquias junto as notas finais por decisor do setor privado. ..	69
Tabela 33 - Pesos dos critérios locais e globais do setor privado. ....	71
Tabela 34 - Hierarquia da média do setor privado. ....	71
Tabela 37 - Distribuição das hierarquias junto as notas finais por decisor do setor público....	74
Tabela 40 - Pesos dos critérios locais e globais do setor Público. ....	76
Tabela 41 - Hierarquia da média do setor Público. ....	76

Tabela 42 - Pesos dos critérios locais e globais médios.....	79
Tabela 43 - Hierarquia média dos setores. ....	80

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AASHTO	<i>American Association of State Highway of Transportation Officials</i>
AASHO	<i>American Association of State Highway Officials</i>
AHP	<i>Analytic Hierarchy Process</i>
APAC	Agência Pernambucana de Águas e Clima
ASTM	<i>American Society for Testing and Materials</i>
CBUQ	Concreto Betuminoso Usinado a Quente
CCP	Concreto de Cimento Portland
CNT	Confederação Nacional do Transporte
DER-PE	Departamento de Estradas de Rodagens de Pernambuco
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
IC	Índice de Consistência
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IR	Índice de Consistência Média
IRI	Índice de Irregularidade Internacional
LVC	Levantamento Visial Contínuo
M&R	Manutenção e Reabilitação
PCI	<i>Paviment Condition Index</i>
PIB	Produto Interno Bruto
PPP	Parceria Público Privada
RDC	Regime Diferenciado de Contratação
RDCi	Regime Diferenciado de Contratação Integrada
RP	Revestimento Primário
SGP	Sistema de Gerência de Pavimentos
SPE	Sociedade de Propósito Específico
SRE	Sistema Rodoviário Estadual
TC	Taxa de Consistência
TERRA	Sem revestimento, rodovia em Leito Natural
TSD	Tratamento Superficial Duplo
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco
USACE	<i>U. S. Army Corps of Engineers</i>
VSA	Valor de Serventia Atual

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
1.1	JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÃO.....	16
1.2	OBJETIVOS GERAIS .....	17
1.3	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	17
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>17</b>
2.1	PAVIMENTAÇÃO RODOVIÁRIA .....	17
2.2	GERÊNCIA DE PAVIMENTOS .....	19
2.3	AVALIAÇÕES .....	20
<b>2.3.1</b>	<b>Defeitos .....</b>	<b>21</b>
<b>2.3.2</b>	<b><i>Paviment Condition Index (PCI)</i> .....</b>	<b>27</b>
2.4	IMPACTO ECONÔMICO .....	29
2.5	AHP .....	31
<b>2.5.1</b>	<b>Aplicações em Transportes.....</b>	<b>37</b>
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA .....</b>	<b>42</b>
3.1	ESCOLHA DAS RODOVIAS .....	42
3.2	PROCEDIMENTO DE APLICAÇÃO DO AHP.....	45
<b>3.2.1</b>	<b>Determinação dos critérios e subcritérios.....</b>	<b>45</b>
<b>3.2.2</b>	<b>Notas objetivas das rodovias .....</b>	<b>47</b>
3.2.2.1	<i>Notas da pluviometria .....</i>	48
3.2.2.2	<i>Notas da economia .....</i>	48
3.2.2.3	<i>Notas do tipo de revestimento .....</i>	49
3.2.2.4	<i>Notas do SGP .....</i>	50
3.3	QUESTIONÁRIO.....	51
<b>4</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>57</b>
4.1	AVALIAÇÃO DAS RODOVIAS .....	57
4.2	ANÁLISE DE CONSISTÊNCIA .....	59
4.3	ANÁLISE DE SENSIBILIDADE .....	61
<b>4.3.1</b>	<b>Setor acadêmico.....</b>	<b>61</b>
<b>4.3.2</b>	<b>Setor privado .....</b>	<b>66</b>

<b>4.3.3</b>	<b>Setor público .....</b>	<b>72</b>
<b>4.4</b>	<b>RESULTADOS GERAIS.....</b>	<b>77</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>80</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>83</b>
	<b>APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO.....</b>	<b>87</b>
	<b>APÊNDICE B – PLANILHAS DE DADOS.....</b>	<b>90</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O estado de Pernambuco é composto por uma extensa malha rodoviária que liga as principais regiões econômicas do estado. Segundo dados levantados pelo Consórcio TPF-NORCONSULT, atualmente, o estado conta com 13.010,87 km de rodovias sob a jurisdição do DER-PE (Departamento de Estradas de Rodagens de Pernambuco), contando com rodovias federais e estaduais CRUZ (2022). Gerir tal malha rodoviária exige um conjunto de informações específicas, que, quando reunidas formam um banco de dados que auxilia na tomada de decisão, em relação a administração e aplicação de recursos para melhoria no tempo de vida útil da infraestrutura viária estadual.

Como afirma GONÇALVES (1999), um Sistema de Gerência de Pavimentos (SGP) é um conjunto de ferramentas ou métodos para auxiliar os que tomam decisões. De forma a encontrar estratégias ótimas para construir, avaliar e manter os pavimentos em uma condição funcional aceitável, durante um certo período.

Dessa forma, um embasamento consistente requer um conjunto de informações históricas periódicas. Assim visto que juntamente com as demandas de uso das rodovias constituintes do macrossistema, são geradas ações assertivas quanto a empregabilidade de materiais e consequentemente, reflexos financeiros mitigados.

É requerido um conjunto de avaliações referente as características de segurança, qualidade e conforto que um determinado pavimento oferece durante seu período de vida útil. Segundo ZANCHETTA (2017), atividades de manutenção e reabilitação (M&R) visam melhorar o pavimento em três aspectos: segurança, conforto e estrutura.

Um processo decisório é necessário para validar e consolidar atividades relacionadas a rede rodoviária. No que diz respeito a aplicação de recursos financeiros, tendo em vista que os recursos são limitados. Segundo FERREIRA (2015), é necessário realizar uma análise quantitativa de todas as opções disponíveis. A fim de selecionar a alternativa mais vantajosa para melhorar a qualidade da rede como um todo. Contudo, essas escolhas podem se basear em critérios tangíveis e intangíveis, dificultando o julgamento decisório.

Dentro da área da tomada de decisões, a noção de importância, que se refere ao quão urgente, prioritária ou essencial um item é sobre outro é fundamental. A maneira como se determinam as importâncias vai influenciar nas decisões tomadas. As importâncias precisam ser distintas e não apenas uma de várias opções; também devem refletir a predominância da ordem estabelecida nas avaliações realizados através de um processo decisório, como apresentado por Saaty (2003).

Estabelecer essas importâncias é um processo difícil assim como definir os critérios e subcritérios envolvidos em cada temática do processo decisório. Uma avaliação das influências é crucial para a compreensão das óticas que envolvem os decisores.

O apoio a tomada de decisão, a depender do cenário se torna uma tarefa complexa e desafiadora, também no âmbito da gestão pública. Gerenciar uma malha rodoviária estadual inclui cenários onde a tomada de decisão muitas vezes requer uma análise comparativa entre critérios técnicos e não técnicos. De certa forma, tal análise dispõe de tecnologias que tornem critérios e subcritérios mensuráveis. Tais que resultem em informações claras e objetivas para uma melhor entendimento e atuação da tomada de decisão de órgãos gestores.

Identificar esses critérios e subcritérios envolvidos nas diversas problemáticas em que se dispõe uma análise comparativa técnica relacionada a gestão rodoviária é uma tarefa exaustiva. Ao se analisar que, em um estado como Pernambuco, o qual possui uma extensa malha rodoviária pavimentada, composta por diferentes tipos de revestimento e sujeita a diferentes demandas de tráfego, assim como também às mais variadas exposições a intempéries.

Com o auxílio do *Analytic Hierarchy Process* (AHP), proposto por Saaty (1987), é possível estabelecer critérios, os quais possam atender todas essas características, consideradas relevantes, no que diz respeito a criar uma hierarquia de prioridades relacionadas as rodovias pavimentadas da malha rodoviária estadual. Servindo também como auxílio ao SGP, contribuindo para as análises de priorização de ações e programas de M&R.

Realizar esse levantamento de decisores e critérios objetivos relacionados as rodovias do estado, envolve uma ampla análise impacto em questões relacionadas a condição, degradação e demanda de pavimentos.

O objetivo do trabalho é apresentar uma hierarquização das rodovias do estado por ordem de prioridade de intervenção, representadas por quatro rodovias escolhidas através de critérios que possibilitem a exemplificação do AHP. Pelo qual é uma teoria que utiliza comparações entre pares como método de medição, apoiando-se nos julgamentos de especialistas, da área da problemática para desenvolver escalas de prioridade, as quais são responsáveis por avaliar os aspectos intangíveis em uma perspectiva relativa, cujas comparações são efetuadas através de uma escala de julgamentos absolutos, que indica o grau em que um elemento prevalece sobre outro em relação a um atributo específico.



## 1.1 JUSTIFICATIVA E MOTIVAÇÃO

A malha rodoviária do estado de Pernambuco, em seus trechos mais antigos, não possui períodos superiores a 50 anos de construção. Segundo CRUZ (2022), aproximadamente 3,5 mil km da malha viária levantada em campo tem idade superior ou igual a 20 anos, o que representa aproximadamente 27% da totalidade da malha. Esse fato liga um sinal de alerta a respeito do real estados de conservação dessas vias, levando em conta que estão construídas a mais de 2 décadas. De acordo com GONÇALVES (1999), uma condição estrutural inadequada ou uma capacidade estrutural insuficiente, para o tráfego atuante, acelerará a geração de defeitos de superfície bem como a queda do nível de serventia com o tempo. Sendo a serventia o atributo relacionado conforto de um veículo ao trafegar na rodovia.

BERNUCCI *et al* (2008) destaca que o clima desempenha um papel importante na aceleração da deterioração do pavimento. A água da chuva pode comprometer a capacidade de suporte. Isso resulta em uma maior carga sobre a estrutura quando o tráfego passa, levando a deslocamentos mais significativos e, conseqüentemente, causando danos estruturais e superficiais mais graves. Além disso, pavimentos já apresentando trincas superficiais tornam-se mais suscetíveis à infiltração de água. À medida que as trincas evoluem, a redução no valor da serventia se torna ainda mais acentuada.

Um cenário preocupante é apresentado no que se refere aos 39,32% dos 6,5 mil km malha rodoviária, levantada pelo consórcio, que possui idade entre 20 e 30 anos de utilização, de acordo com CRUZ (2022).

Esses dados trazem a real importância de uma ação de conservação e manutenção assertiva dentro desses trechos. No que se reflete tanto as decisões tomadas em respeito às reais demandas como também aos recursos financeiros a serem aplicados para tal. Um SGP atualizado contendo uma hierarquia de prioridades e bem consolidada servirá como norteador para ações estratégicas de atenuação de danos causados pelas solicitações do tráfego e intempéries, pelas quais as vias estaduais estão sujeitas.

Uma infraestrutura viária eficiente não apenas gera impactos econômicos positivos no transporte de indivíduos e mercadorias. Há impactos macroeconômicos e sociais que afetam diversos aspectos da qualidade de vida, incluindo o aumento da renda, a convergência para um equilíbrio no uso do espaço urbano e uma influência direta sobre indicadores socioeconômicos, como o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) e outros parâmetros similares, conforme OLIVEIRA (2019).

Criar uma hierarquia de rodovias baseada no seu grau de prioridade para intervenção, é de importância para o SGP do estado e auxilia a tomada de decisão. Assim como fornece ferramentas de comparação em situações específicas. O uso de dados objetivos para categorizar as rodovias torna a metodologia do AHP aplicável com uma abrangência total à malha rodoviária. Uma vez que a opinião e experiência dos decisores determinam grau de importância e peso de critérios objetivos e subjetivos que serão levantados para ponderação da nota final das rodovias.

## 1.2 OBJETIVOS GERAIS

O principal objetivo deste trabalho é propor uma metodologia para a criação de uma hierarquia de rodovias baseada em critérios de priorização e graus de importância, conforme o cenário atual e condições existentes na malha rodoviária estadual.

## 1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Como objetivos específicos, pode-se listar:

- Determinar os critérios e subcritérios objetivos e mensuráveis relacionados às condições existentes na malha rodoviária estadual;
- Analisar a aplicabilidade do método AHP para hierarquização de rodovias em um SGP;
- Comparar o julgamento da importância dos critérios de hierarquização de especialistas da esfera acadêmica, do serviço público, e da iniciativa privada.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 PAVIMENTAÇÃO RODOVIÁRIA

Pavimento é uma superestrutura constituída por um conjunto de camadas sobrepostas, tendo como composição material granular. Tendo como superfície uma camada de revestimento, a qual pode ser composta por material betuminoso ou concreto de cimento Portland, todas com espessuras finitas e apoiada sobre uma camada de solo natural de fundação com espessura considerada, teoricamente infinita, a qual é definida como subleito. O solo de fundação é a camada final de terraplenagem, a qual, após pequenas espessuras de cortes, aterros e, posterior compactação de acordo, segundo COSTA (2021).

Segundo o DNIT (2006), o pavimento, por injunções de ordem técnico-econômicas é uma estrutura de camadas em que materiais de diferentes resistências e deformabilidades são colocadas em contato resultando daí um elevado grau de complexidade no que diz respeito ao cálculo de tensões e deformações atuantes nas mesmas, resultantes das cargas impostas pelo tráfego. Entende-se por pavimentação a ação de pavimentar, atividade de construção dessa superestrutura.

De acordo com DOS SANTOS (2019), a pavimentação é uma obra de construção civil realizada com o objetivo de melhorar operacionalmente o tráfego, principalmente quando se trata de rodovias, que servem para o trânsito de pessoas e escoamento de produções, que estão ligadas intrinsecamente à infraestrutura e economia de uma sociedade. Os pavimentos são classificados em três categorias, as quais segundo DNIT (2006), são:

- **Flexível:** aquele em que todas as camadas sofrem deformação elástica significativa sob o carregamento aplicado e, portanto, a carga se distribui em parcelas aproximadamente equivalentes entre as camadas. Exemplo típico: pavimento constituído por uma base de brita (brita graduada, macadame) ou por uma base de solo pedregulhoso, revestida por uma camada asfáltica;
- **Semirrígido:** caracteriza-se por uma base cimentada por algum aglutinante com propriedades cimentícias como por exemplo, por uma camada de solo cimento revestida por uma camada asfáltica;
- **Rígido:** aquele em que o revestimento tem uma elevada rigidez em relação às camadas inferiores e, portanto, absorve praticamente todas as tensões provenientes do carregamento aplicado. Exemplo típico: pavimento constituído por lajes de concreto de cimento Portland.

De acordo com Bernucci *et al* (2008), o material betuminoso utilizado para pavimentação é obtido através da destilação do petróleo e possui características de ser um adesivo termoviscoplastico, resistente à água e com baixa reatividade química. Mesmo que seja pouco suscetível a reações com vários agentes, ainda assim, pode envelhecer gradualmente devido à oxidação em relação aos contatos frequentes com ar e água.

Parte importante do sistema de infraestrutura, a pavimentação incorpora benefícios econômicos e sociais aos locais onde está inserida. Tais características refletem na economia, no transporte de pessoas e mercadorias, e no conforto e segurança nos deslocamentos, segundo GOMES (2020).

## 2.2 GERÊNCIA DE PAVIMENTOS

A gerência de pavimentos, de acordo com DNIT (2011), constitui-se atualmente em uma importante forma de administração, objetivando determinar a maneira mais eficaz da aplicação dos recursos públicos disponíveis, em diversos níveis de intervenção, de sorte a responder às necessidades dos usuários dentro de um plano estratégico que garanta a melhor relação custo-benefício.

Segundo ALBUQUERQUE (2007), desde os anos 50, o sistema rodoviário tem assumido grande destaque na economia nacional como principal meio de transporte de cargas do interior do país para seus principais centros consumidores e para exportações.

Com o passar dos anos houve significativas mudanças nos veículos rodoviários desde aqueles considerados em 1981 (última atualização do método) pelo DNIT, como diferentes composições de eixos, cargas por eixo, contato do pneu com o pavimento e frequência de carregamento (COSTA 2021).

Essas mudanças ocasionam uma majoração dos efeitos nos pavimentos, cujo dimensionamento, em algumas situações, pode ter sido inferior a atual realidade de serviço. De acordo com MACHADO (2013), os defeitos encontrados nos pavimentos das rodovias comprometem a segurança e o conforto. Podendo acarretar prejuízos econômicos de grande magnitude. Fazem-se necessárias constantes avaliações que sejam capazes de informar as condições em relação à segurança, o conforto e os custos operacionais, e como estes são prejudicados pelos defeitos. Ademais, as avaliações subsidiam a tomada de decisão de como esses defeitos poderão ser reparados, os custos correspondentes e onde estão as prioridades.

DNIT (2011) destaca ainda que qualquer interrupção ou redução na intensidade ou na frequência dos serviços necessários à manutenção desse patrimônio implica em aumentos substanciais nos custos de operação dos veículos e na necessidade de investimentos cada vez mais vultosos para sua recuperação. Logo as atividades de gerência de pavimentos são necessárias tanto para garantir as condições mínimas de conforto e segurança das vias, como também assegurar o melhor aproveitamento dos recursos financeiros investidos para tal.

De acordo com Ferreira (2015), para garantir que um pavimento atinja a máxima durabilidade, é fundamental ter o domínio pelo menos duas informações cruciais: a condição atual da seção da estrada e o momento apropriado para realizar intervenções. O crescimento da malha rodoviária, torna praticamente inviável para o administrador ter controle sobre esses aspectos em milhares de trechos sob sua supervisão. Tornando necessária a utilização de uma

ferramenta que ajude o administrador a tomar decisões e alocar da melhor forma possível os recursos disponíveis.

De modo geral, é essencial quantificar as condições das estradas e antecipar como o estado delas evoluirá ao longo de sua vida útil. Essa compreensão é indispensável para decidir quais projetos e estratégias de M&R priorizar, para estimar os custos e para alocar recursos necessários de forma eficiente. Para realizar atividades planejadas e programar a manutenção preventiva, é necessário realizar levantamentos dos defeitos, como observado por PRESTES (2001).

### 2.3 AVALIAÇÕES

A coleta de informações é uma etapa fundamental em um Sistema de Gerência de Pavimentos, esse procedimento resulta nos dados disponíveis sobre a rede viária. Sua relevância decorre do fato de que todas as análises e decisões necessárias são fundamentadas nas informações e dados reunidos, os quais devem, portanto, ser precisos, confiáveis e mantidos atualizados, de acordo com AASHTO (1990).

As avaliações podem ser divididas em dois blocos; avaliações funcionais que são de acordo com DNIT (2011) é definida como à apreciação do estado de sua superfície e de como este estado influencia no conforto ao rolamento. As avaliações estruturais de um pavimento, ainda de acordo com DNIT (2011) está relacionada ao conceito de capacidade de suporte, o qual está diretamente ligado ao seu projeto e dimensionamento.

Em relação as avaliações funcionais do pavimento. A avaliação funcional se concentra na condição do pavimento a partir da ótica do usuário, com o objetivo de detectar as lacunas que necessitam de ação corretiva. Isso implica em examinar os elementos que têm um impacto direto na experiência do usuário na rodovia. Abrangendo o conforto durante o deslocamento (com implicações nos custos operacionais dos veículos), o tempo de viagem e a segurança, conforme destacado por MARCOLINO (2023).

A Avaliação e Monitoramento tem como finalidade realizar a análise das condições da rede viária em questão. Estas análises são essenciais para alimentar o banco de dados dessa rede de forma contínua. Conforme ALBUQUERQUE (2007).

Um das formas de avaliar a condição do pavimento, conforme o DNIT (2003), trata-se da avaliação da superfície, tanto de pavimentos flexíveis como semirrígidos a través do processo de Levantamento Visual Contínuo (LVC), normatizado pelo DNIT através da Norma 008/2003 - PRO que consiste no procedimento pelo qual ocorrem periódicas inspeções

realizadas por uma equipe técnica que percorre trechos de rodovia e a partir da observação direta, fazem a coletas de dados relacionados as condições do pavimento, incluindo a identificação de buracos, fissuras, desgaste excessivo e deformações existentes. Outros aspectos são observados e catalogados envolvendo as disciplinas de sinalização, drenagem, geometria da via e segurança.

A regulamentação também define critérios para as condições climáticas e o método de amostragem. Em relação ao clima, é especificado que a coleta de dados deve ser evitada em dias chuvosos, com neblina ou com pouca luz natural, a fim de garantir uma visibilidade adequada para os avaliadores. Quanto aos segmentos a serem avaliados, a norma determina que os trechos devem ter uma extensão entre 1 e 6 quilômetros, desde que apresentem uniformidade em termos de defeitos e características do pavimento.

Todos os dados são registrados e coletados para tratamento das amostras. Através disso é possível obter alguns índices e cálculo de índices importantes para os estudos de condição do pavimento, como por exemplo o *Paviment Condition Index* (PCI).

MARCOLINO (2023) cita outros dois parâmetros da avaliação que também podem ser obtidos. O Valor da Serventia Atual (VSA), que é uma medida subjetiva obtida por meio de avaliações feitas por técnicos especializados, e o Índice de Irregularidade Internacional (IRI), um parâmetro calculado com base em medições da irregularidade longitudinal realizadas com equipamentos especialmente designados para essa finalidade.

### **2.3.1 Defeitos**

Pavimentos frequentemente enfrentam degradação devido a diversos processos, abrangendo questões vinculadas ao tráfego, associadas a fatores ambientais e ligadas aos materiais e técnicas de construção, de acordo com PRESTES (2001).

Os defeitos são anomalias observadas no pavimento, proveniente de problemas localizados, relacionados a má execução ou do uso do pavimento, como definido na norma DNIT 061/2004 – TER.

As anomalias causadas nos pavimentos são divididas em tipos, pelos quais são diferentes em relação a camada de revestimento. A norma DNIT 005/2003 – TER define os tipos de defeito que podem ocorrer em pavimentos flexíveis e semirrígidos, são esses:

Figura 1 - trincas isoladas.



(a) transversal.

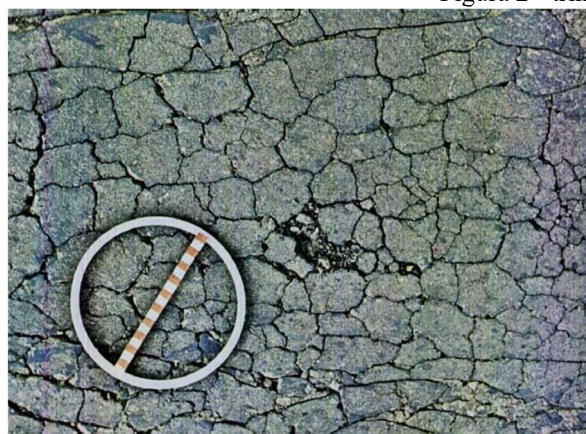


(b) longitudinal.

Fonte: DNIT 005/2003-TER

Fendas existentes no revestimento do pavimento são facilmente visíveis a vista desarmada. São representadas sob a forma de trincas as quais podem ser divididas entre trincas isoladas e interligadas. A Figura 1 apresenta (a) trincas isoladas transversais e (b) trincas isoladas longitudinais. Possuem como característica direção predominantemente ortogonal ao eixo da via ou paralela ao eixo da via, respectivamente. Sendo denominada curta quando possuir extensão de até 100 cm e longa quando sua extensão for superior a 100 cm, conforme especificado na norma DNIT 005/2003-TER.

Figura 2 - trincas interligadas



(a) couro de jacaré.



(b) bloco.

Fonte: DNIT 005/2003-TER

A Figura 2 mostra as trincas interligadas sendo (a) trincas interligadas tipo couro de jacaré, formada por um conjunto de trincas sem direções preferenciais, onde podem apresentar,



ou não, erosão acentuada em suas bordas. Já em (b) são apresentadas trincas tipo bloco, um conjunto de trincas interligadas que são categorizadas pela configuração de blocos, com lados bem definidos, podendo, ou não, apresentar erosão acentuada em suas bordas, como especificado também segundo a norma DNIT 005/2003-TER.

Figura 3 - outros defeitos.



(a) afundamento plástico de trilha de roda.



(b) ondulação.



(c) escorregamento.



(d) exsudação.



(e) panela.



(f) desgaste.

Fonte: DNIT 005/2003-TER

Ainda nos pavimentos flexíveis ou semiflexíveis, podem ser encontrados defeitos de outros tipos como por exemplo; (a) afundamento plástico de trilha de roda, uma deformação permanente caracterizada por depressão da superfície do pavimento, como forma de afundamento. Causado pela fluência plástica de uma ou mais camadas do pavimento ou do subleito, acompanhado de solevamento, sendo denominado de afundamento plástico local, quando possuir extensão de até 6 m e denominado afundamento plástico de trilha de roda, quando possuir extensão superior a 6 m e estiver localizado ao longo da trilha da roda.



Em (b) pode ser observado a ondulação, deformação caracterizada por ondulações transversais na superfície do pavimento. Em (c) o escorregamento caracterizado pelo deslocamento do revestimento em relação à camada subjacente do pavimento. Em (d) a exsudação, excesso de ligante betuminoso na superfície do pavimento. Em (e) uma panela ou buraco, cavidade formada na superfície do pavimento, que pode alcançar, ou não, camadas inferiores do pavimento. Em (f) o desgaste, efeito do arrancamento progressivo do agregado do pavimento, caracterizado por aspereza superficial. De acordo com a norma DNIT 005/2003-TER.

Figura 4 - defeitos de pavimento rígido.



(a) alçamento de placas.



(b) fissuras de canto.



(c) placa dividida.



(d) falha na selagem de juntas



(e) fissuras transversais.



(f) fissuras longitudinais.

Fonte: DNIT 061/2004-TER

Nos pavimentos rígidos, são apresentados em parte na Figura 4, sendo; (a) alçamento de placas, desnivelamento de placas nas juntas ou nas fissuras transversais. Em (b) fissuras de canto, fissuras que interceptam as juntas a uma distância menor ou igual à metade do comprimento das bordas. Em (c) as placas divididas, placas que apresentam fissuras dividindo-

a em quatro ou mais partes. Em (d) as falhas na selagem de juntas caracterizada por qualquer avaria no material selante que possibilite que permita o acúmulo de material incompressível ou infiltração de água. Em (e) as fissuras transversais que atingem toda a espessura da placa de concreto e ocorrem na direção da largura da placa, perpendicularmente ao eixo longitudinal do pavimento. Em (f) fissuras longitudinais que também atingem toda espessura da placa de concreto e ocorrem na direção do comprimento da placa, paralelamente ao eixo longitudinal do pavimento. Conforme definido pela norma DNIT 061-2004-TER.

Figura 5 - defeitos de pavimento rígido.



(a) fissuras diagonais.



(b) grandes reparos.



(c) pequenos reparos.



(d) desgaste superficial.



(e) quebras localizadas.



(f) fissuras superficiais.

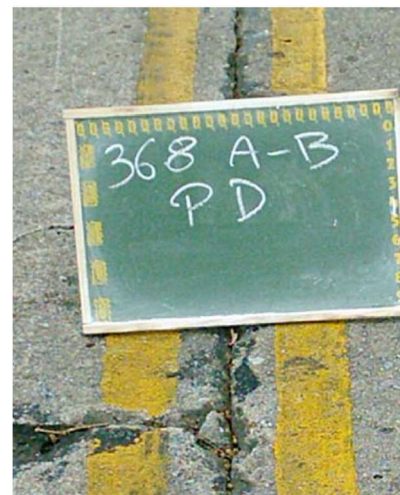




(g) fissuras de retração plástica.



(h) quebra de canto.



(i) esborcinamento de juntas.

Fonte: DNIT 061/2004-TER

Ainda sobre os pavimentos rígidos a norma DNIT 061/2004-TER, apresenta os seguintes tipos de defeitos de pavimento mostrados Figura 5; (a) fissuras diagonais, são semelhantes as fissuras transversais e longitudinais, porém, são inclinadas que interceptam as juntas do pavimento a uma distância maior que a metade do comprimento dessas juntas ou bordas. Em (b) grandes reparos, área do pavimento original superior a  $0,45 \text{ m}^2$  que foi removida e preenchida posteriormente com um material de enchimento. Em (c) os pequenos reparos são semelhantes aos grandes reparos, porém, possuem área inferior a  $0,45 \text{ m}^2$  do pavimento original. Em (d) o desgaste superficial é caracterizado pelo deslocamento da argamassa superficial, fazendo com que os agregados aflorem na superfície do pavimento. Em (e) quebras localizadas que são áreas das placas que se mostram trincadas e partidas em pequenos pedaços, possuindo formas variadas. Em (f) fissuras superficiais, são fissuras capilares que ocorrem apenas na superfície da placa. Em (g) as fissuras de retração plástica, são fissuras pouco profundas, superficiais, com abertura inferior a  $0,5 \text{ mm}$  e de comprimento limitado. Em (h) quebra de canto são quebras que aparecem nos cantos das placas, tendo forma de cunha, ocorrendo a uma distância não superior a  $60 \text{ cm}$  do canto. Em (i) esborcinamento de junta se caracteriza pela quebra das bordas da placa de concreto, quebra em cunha nas juntas, com comprimento máximo de  $60 \text{ cm}$ , não atingindo todo o comprimento da placa.

### 2.3.2 Paviment Condition Index (PCI)

De acordo com DINIZ *et al* (2020). O PCI ou também Índice de Condição do Pavimento foi desenvolvido no final dos anos 70 pelo Corpo de Engenheiros do Exército dos Estados Unidos (USACE) e serve como base para a maioria dos procedimentos modernos de avaliação de pavimentos. Ele é padronizado pela norma ASTM D 6433-11 e oferece um método indireto e padronizado para classificar a integridade estrutural e a funcionalidade das seções de pavimento. Os valores do PCI variam de 0 (indicando um estado extremamente ruim) a 100 (indicando uma condição excelente). O PCI leva em consideração 19 tipos diferentes de defeitos de pavimento em sua avaliação, destacados na Tabela 1.

Tabela 1 - Defeitos no pavimento.

Nº	Defeito	Nº	Defeito
1	Couro de jacaré	11	Remendos
2	Exsudação	12	Agregado polido
3	Fissuras em blocos	13	Panelas
4	Elevações/Recalques	14	Cruzamento ferroviário
5	Corrugação	15	Afundamento de trilha de roda
6	Afundamento localizado	16	Escorregamento de massa
7	Fissuras de borda	17	Fissuras devido ao escorregamento de massa
8	Fissura por reflexão de juntas	18	Inchamento
9	Desnível em pavimento ou acostamento	19	Desgaste
10	Fissuras longitudinal e transversal		

Fonte: Adaptado da ASTM D 6433-11.

O cálculo do PCI pode ser realizado a partir da aplicação da fórmula abaixo, conforme CRUZ (2022).

$$PCI = 100 - \left[ \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^{m_i} a(T_i, S_j, D_{ij}) \times F(t, q) \right] \quad (1)$$

Onde:

$PCI$  = Paviment Condition Index;

$a$  = função de perda de capacidade para servir ao tráfego;

$T_j$  = tipos de defeito;

$S_i$  = níveis de severidade;

$D_{ij}$  = densidades do defeito;

$i$  = contador dos tipos de defeito;

$j$  = contador dos níveis de severidade;

$p$  = número total de tipos de defeito;

$m_i$  = número do nível de severidade para o  $i$ -ésimo tipo de defeito;

$F$  = fator de ajuste para reduzir o efeito do excesso de tipos de defeito;

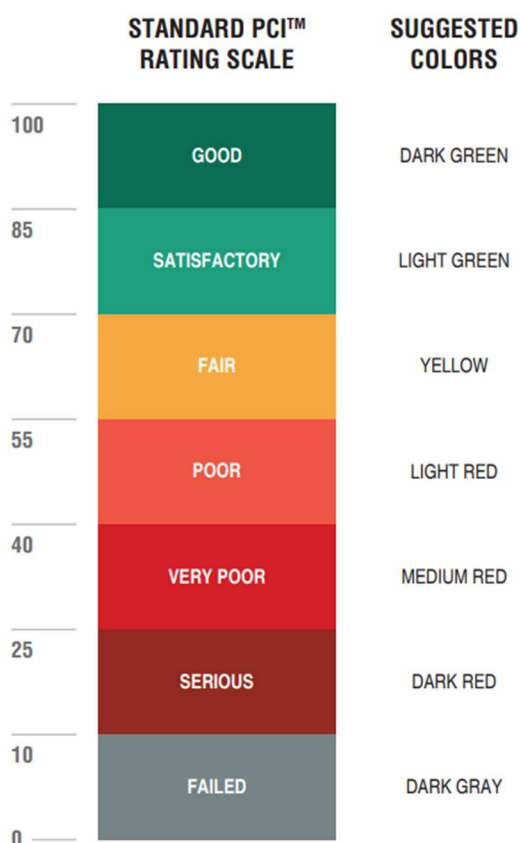
$t$  = variável dependente do número de funções ( $a$ ); e

$q$  = número de valores numéricos de função ( $a$ ) maiores que 5.

O PCI avalia e atribui notas a um total de 15 tipos de defeitos. Defeitos como trincas por fadiga, deformações permanentes nas trilhas de roda e panelas são consideradas as mais prejudiciais ao conforto e à segurança dos usuários. Portanto, esses defeitos recebem valores dedutivos mais altos, que variam de 0 a 10 ou 15, indicando sua gravidade. Para outros defeitos, como remendos, exsudação e trincas em bordo, a escala dedutiva varia de 0 a 5, indicando um nível de impacto menor na condição do pavimento, como destaca DINIZ *et al* (2020).

Uma vez que o cálculo seja realizado, o resultado é categorizado em uma escala graduada que facilita a comparação entre pavimentos diversos, variando de 0 a 100. O valor mais alto indica que o pavimento está em excelentes condições de conservação, enquanto o valor mais baixo indica um estado de conservação muito ruim. É importante ressaltar que essa abordagem viabiliza a comparação entre pavimentos de variadas naturezas, constituindo uma vantagem substancial para o Sistema de Gestão de Pavimentos de acordo com CRUZ (2022).

Figura 6 - Escala de classificação padrão para o PCI.



Fonte: ASTM D 6433-11.

## 2.4 IMPACTO ECONÔMICO

De acordo com OLIVEIRA (2019), o progresso econômico e social de uma nação tem sido alvo de pesquisas que buscam otimizar a viabilidade tanto técnica quanto financeira de projetos de grande impacto, especialmente aqueles relacionados à infraestrutura. Em países em desenvolvimento, como é o caso do Brasil, onde a demanda por melhorias na infraestrutura é significativa, o debate transcende o âmbito técnico e assume uma dimensão política. Isso acontece porque a discussão não se limita apenas às questões técnicas, e o papel do Estado na prestação de serviços públicos tem ganhado destaque nas últimas décadas.

Ainda de acordo com OLIVEIRA (2019), no decorrer de muitas décadas, o Brasil concentrou seus esforços no transporte rodoviário como a principal forma de locomoção, criando assim uma matriz de transporte desequilibrada, conforme coletado pela CNT (Confederação Nacional do Transporte), o transporte de cargas pelo modal rodoviário corresponde a 64,7% do total nacional, CNT (2021). Isso ocorre mesmo quando consideramos as características geográficas e socioeconômicas do país, que conta com uma vasta extensão territorial, rios navegáveis, um litoral extenso que conecta a maioria das principais cidades

diretamente a grandes mercados externos e um grande potencial para o transporte marítimo ao longo da costa. Além disso, o Brasil possui regiões produtoras no interior e é amplamente dependente da exportação de *commodities*.

De acordo com ANDRADE (2015), os investimentos em infraestrutura rodoviária tipicamente têm como principal meta a redução dos custos de transporte. O propósito subjacente a essa meta é impulsionar o aumento da mobilidade e tornar a região beneficiada mais atraente. Isso gera efeitos positivos na atividade econômica, que podem ser quantificados pelo crescimento do Produto Interno Bruto (PIB), a criação de empregos, a atração de novas empresas, o aumento da receita fiscal, o incremento do consumo, a expansão de ativos e infraestruturas tanto públicas quanto privadas, bem como a valorização das propriedades, entre outros indicadores.

A ênfase excessiva no transporte rodoviário, combinada com o rápido crescimento demográfico e a concentração populacional, tem colocado desafios significativos para as economias regionais, especialmente nas áreas metropolitanas, limitando seu potencial de desenvolvimento. Isso resulta em perda de produtividade e qualidade de vida, o que, por sua vez, afeta diretamente a capacidade do Estado de cumprir seu papel como mantenedor e provedor do bem-estar social, por meio da oferta de serviços públicos, segundo OLIVEIRA (2019).

NAUTIYAL (2022) destaca que a manutenção adequada das estradas traz consigo uma série de benefícios de grande relevância para a preservação da infraestrutura viária. Uma manutenção eficaz não apenas reduz os custos operacionais dos veículos e as taxas de acidentes, mas também estende a vida útil das estradas, diminuindo a taxa de deterioração das superfícies rodoviárias. Adicionalmente, as práticas regulares de manutenção das estradas contribuem para economizar recursos financeiros que, de outra forma, seriam necessários para realizar restaurações completas das vias. Do ponto de vista econômico, o investimento em manutenção oportuna de estradas pode gerar taxas de retorno de 15% a 20%, variando de acordo com o volume de tráfego e a categoria da estrada em análise. Isso destaca a importância de priorizar a manutenção como uma estratégia fundamental para garantir estradas seguras, eficazes e de longa duração.

ANDRADE (2015) relata que a disponibilidade de acessibilidade regional e os custos de transporte, juntamente com diversos fatores sociais, políticos, institucionais e ambientais relacionados, desempenham um papel fundamental na determinação da distribuição das atividades econômicas em diferentes regiões geográficas.

## 2.5 AHP

A avaliação de aspectos intangíveis em tomadas de decisão tem sido um dilema que desafia a capacidade humana há bastante tempo. A quantidade e a quantificação são elementos fundamentais na área da matemática, a qual desempenha um papel crucial na ciência. Historicamente, a matemática partiu do pressuposto de que é possível atribuir números, de menos infinito a mais infinito, a todas as coisas existentes. Desta forma toda a representação matemática da realidade tem sido concebida dessa maneira, empregando sistemas de coordenadas e conceitos geométricos. Conforme destacado por Saaty (2008).

O AHP é uma teoria geral de medição. Ele é usado para derivar escalas de proporção de comparações pareadas discretas e contínuas. Essas comparações podem ser feitas a partir de medições reais ou de uma escala fundamental que reflita a força relativa de preferências e sentimentos (Saaty, 1987).

De acordo com Oliveira e Belderrain (2008), o AHP apresenta como aspectos fundamentais os seguintes pontos:

- (i) Ter como objetivo guiar o processo intuitivo, que se baseia no conhecimento e na experiência, na tomada de decisão.
- (ii) Depender das avaliações feitas por especialistas ou tomadores de decisão. Quando não existem dados quantitativos disponíveis para analisar o desempenho de uma variável em relação a um determinado critério.
- (iii) Resultar em uma medida global para cada uma das ações potenciais ou alternativas, permitindo a sua priorização ou classificação.

SAATY (2008) ainda destaca que o emprego de julgamentos tem sido alvo de críticas. Quando se busca a objetividade como padrão, no entanto, uma análise cuidadosa revela que, mesmo quando se obtêm números a partir de uma escala padronizada e se considera que são objetivos. A interpretação desses números é sempre subjetiva. É essencial ratificar a noção de que podemos utilizar julgamentos como base para extrair valores concretos, a fim de conferir maior credibilidade ao emprego de julgamentos quando lidamos com fatores intangíveis.

Dentro do contexto da tomada de decisões, a noção de priorização é de extrema importância, e a forma como as prioridades são estabelecidas exerce um impacto direto sobre as escolhas feitas. As prioridades devem ser inequivocamente definidas, não podendo ser simplesmente uma entre várias alternativas. Além disso, é essencial que elas capturem de maneira adequada a hierarquia manifestada nos julgamentos registrados na matriz de comparação de pares, conforme levantado por SAATY (2003).

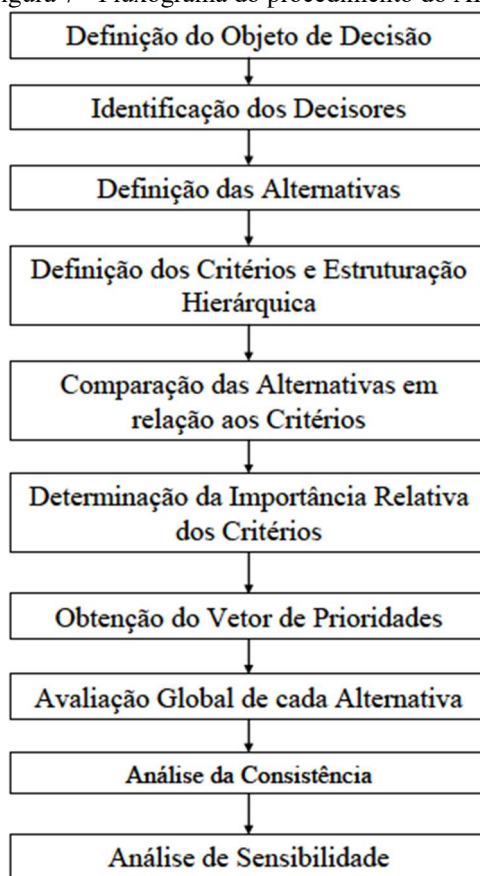


Conforme proposto por SAATY (2008), para realizar uma tomada de decisão de maneira estruturada e estabelecer prioridades, é fundamental dividir o processo em etapas distintas:

- (i) Definir o problema e determinar o tipo de conhecimento necessário. Começando por identificar claramente qual é o problema a ser resolvido, junto ao tipo de informação ou conhecimento necessário para tomar uma decisão informada.
- (ii) Estruturar a hierarquia de decisão. Começando pelo objetivo principal da decisão no topo. Em seguida, descendo para objetivos mais amplos e, gradualmente, para níveis intermediários, que incluem os critérios que afetam as opções finais. Para, finalmente, alcançar o nível mais baixo da hierarquia, que normalmente consiste em um conjunto de alternativas.
- (iii) Construir matrizes de comparação de pares. As matrizes criadas, pelas quais, cada elemento em um nível superior é usado para comparar os elementos no nível imediatamente inferior em relação a ele. Ajudando a estabelecer as prioridades entre os critérios e alternativas.
- (iv) Utilizar as prioridades das comparações para ponderar as prioridades no nível inferior. Utilizando as prioridades obtidas nas comparações para atribuir pesos aos critérios no nível imediatamente abaixo. Fazendo isso para cada elemento. Em seguida, para cada elemento no nível inferior, somando seus valores ponderados para obter sua prioridade geral ou global.

O processo de análise de decisão pode ser descrito através do fluxograma da Figura 7, o qual parenta a formulação das etapas do processo decisório.

Figura 7 - Fluxograma do procedimento do AHP.



Fonte: VIEIRA (2006) *apud* DA COSTA (2009)

As etapas do procedimento, resumidas, de acordo com DA COSTA (2009), são;

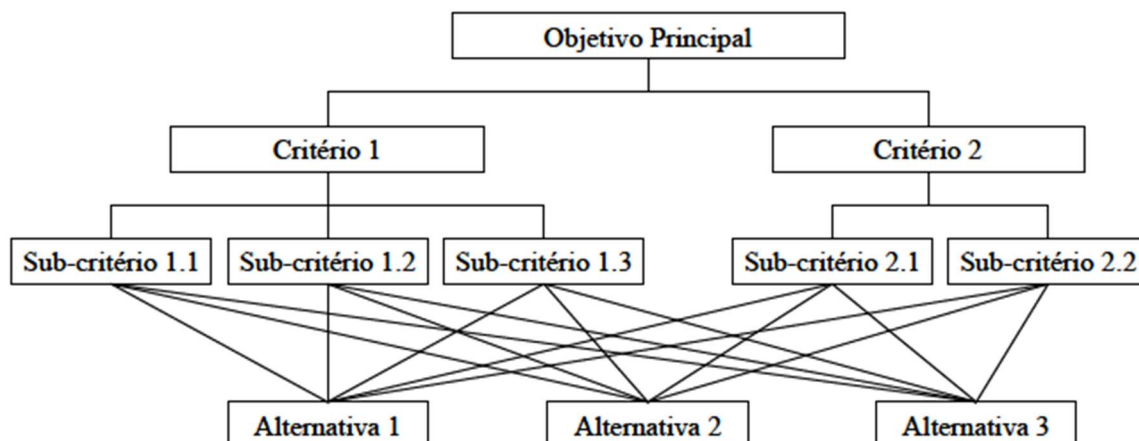
- (i) **Definição do Objeto de Decisão:** etapa em que é definido o problema a ser resolvido por meio do reconhecimento das necessidades, valores, crenças e convicções do decisor;
- (ii) **Identificação dos Decisores:** dado que, pelo método, a alternativa escolhida depende diretamente das informações fornecidas pelos agentes de decisão na forma de juízos de valor, é fundamental que tais agentes sejam identificados. É sempre suposta a existência da figura do decisor, seja ele real ou ideal;
- (iii) **Definição das Alternativas:** Após a identificação do objeto da decisão e do decisor, deve-se focar na definição das alternativas candidatas à solução. A depender da natureza da situação, pode exigir muito esforço em pesquisa na coleta de informações;
- (iv) **Definição dos Critérios e Estruturação Hierárquica:** Nesta etapa são definidos os critérios, incluindo todos os interesses do decisor. A estruturação de tais critérios de

modo hierárquico na forma de uma árvore é característica do método e consiste na decomposição sistemática dos critérios em níveis mais detalhados;

- (v) ***Determinação da Importância Relativa dos Critérios:*** A importância relativa dos critérios é atribuída ao problema por meio de pesos. Estes pesos, ou coeficientes de prioridade, representam o quanto um critério está disposto a ceder com a finalidade de melhorar o desempenho do outro;
- (vi) ***Obtenção do Vetor de Prioridades:*** A organização das comparações em matrizes possibilita uma série de análises. Por exemplo, os resultados parciais de um conjunto de alternativas dentro de cada critério podem ser obtidos a partir da matriz de decisão determinada, dando origem aos valores de impacto;
- (vii) ***Avaliação global de cada alternativa:*** A partir dos vetores de prioridade já estabelecidos, pode-se calcular o valor global de cada alternativa por uma função de agregação;
- (viii) ***Análise de Consistência:*** no método AHP, o desempenho das alternativas é dado pelo vetor de prioridades. É possível chegar neste vetor de diversas formas a partir da matriz de decisão. No entanto, Saaty demonstrou que o processo de maior consistência para a determinação do vetor de prioridades é o método do autovetor direito, que será apresentado na metodologia;
- (ix) ***Análise de Sensibilidade:*** A etapa final do método visa justamente verificar se o modelo criado para o problema é condizente com a realidade. A análise de sensibilidade possibilita perceber a resistência dos valores das alternativas a possíveis mudanças em partes do problema. Esta análise é importante, pois contribui para a compreensão da abrangência e das limitações do problema por parte do decisor.

A Figura 8 mostra a estrutura hierárquica do AHP, pela qual é apresentado o arranjo dos critérios e subcritérios relacionados a um objetivo principal.

Figura 8 - Estrutura hierárquica do AHP.



Fonte: VIEIRA (2006) *apud* DA COSTA (2009)

VIEIRA (2006) *apud* DA COSTA (2009), faz uma advertência direta a respeito da estruturação do método, mais especificamente em relação aos critérios e sua homogeneidade, apresentando as seguintes propriedades:

- (i) **completitude:** se a árvore está completa, então todos os critérios relevantes encontram-se nela;
- (i) **operacionalidade:** os critérios do nível mais inferior são suficientemente específicos para se avaliar e comparar as alternativas;
- (i) **decomponibilidade:** o desempenho das alternativas com respeito aos critérios deve ser possível e independente do desempenho à luz de outros critérios;
- (i) **ausência de redundância:** não deve haver dois critérios que representam a mesma coisa, dado que acarretam dupla contabilização na decisão final;
- (i) **tamanho mínimo:** os critérios não devem ser decompostos além do nível em que podem ser avaliados. Além disso, pode-se diminuir a árvore eliminando critérios que não estabeleçam distinções entre as alternativas.

SAATY (2003) contextualiza que, o AHP permite a existência de inconsistências, pois ao fazer julgamentos, é mais comum que as pessoas sejam inconsistentes em termos cardinais, em vez de consistentes. Isso se deve à dificuldade em estimar com precisão valores de medição, mesmo em uma escala conhecida. Essa dificuldade é ainda mais acentuada quando se trata de fatores intangíveis. Por exemplo, pode acontecer de alguém considerar que "A" é preferível a "B" duas vezes e "B" é preferível a "C" três vezes, mas, surpreendentemente, que "A" seja preferível a "C" apenas cinco vezes.

Ainda sobre a contextualização de SAATY (2003), um motivo importante para preencher uma matriz completa de comparações de pares no contexto do AHP é melhorar a validade dos julgamentos no mundo real.

De modo geral, a menos que um grupo chegue a um acordo unânime sobre quais julgamentos atribuir em relação a uma comparação de pares, é comum que os membros individuais do grupo emitam avaliações divergentes. É essencial avaliar se essa variação nos julgamentos é uma característica típica do comportamento do grupo, conforme posto por SAATY (2007).

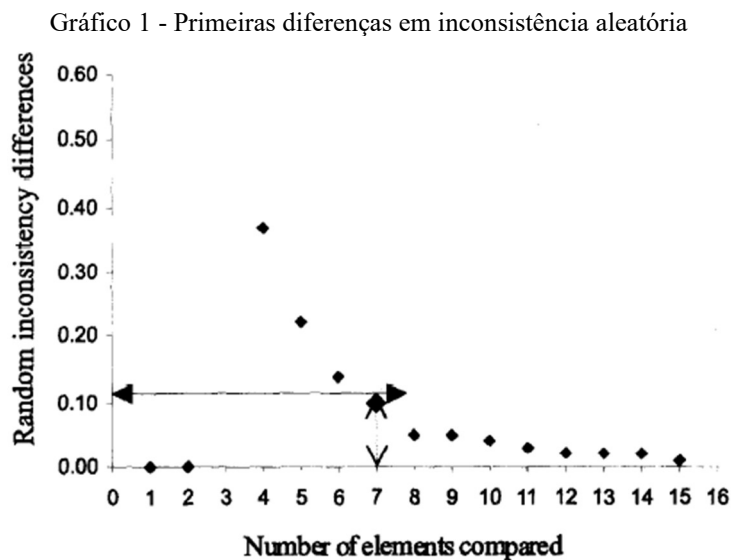
De acordo com SAATY e OZDEMIR (2003). A coerência dos julgamentos é crucial para lidar de maneira eficaz com as experiências, mas não é o único requisito. Um indivíduo com problemas mentais pode ter uma representação perfeitamente coerente de um mundo inexistente. Para garantir então a validade, é necessária a redundância dos julgamentos informados. As comparações pareadas proporcionam essa redundância. No entanto, a redundância pode criar a impressão de inconsistência. Sabe-se que, quando a inconsistência é leve, seja devido a um único julgamento ou a vários, por razões humanas, não somos sensíveis a mudanças muito pequenas no julgamento para melhorar a coerência.

SAATY e OZDEMIR (2003) ainda destacam que, ao fazer um julgamento, também fazemos implicitamente o julgamento recíproco, e nossa medida de inconsistência leva em consideração a inconsistência de ambos. Uma grande inconsistência pode ser resultado de um julgamento com um erro significativo, como a utilização do valor recíproco em vez do valor original, ou de incompatibilidade entre vários julgamentos.

Quanto maior for a inconsistência nos julgamentos, maior será nossa sensibilidade para identificar e fazer mudanças nos valores numéricos atribuídos. Por outro lado, quando a inconsistência é menor, torna-se mais difícil determinar as mudanças ideais a serem feitas. Alcançar um alto nível de consistência, quase completa, torna incerto quais conhecer quais coeficientes devem ser ajustados para alcançar a consistência perfeita, em pequenas quantidades para transformar uma matriz quase consistente em uma matriz completamente consistente. O gráfico 1 ilustra essas diferenças e destaca a importância do número 7 como um ponto de referência.

Quando a inconsistência é igual ou inferior a 0,10 nossa capacidade de perceber alterações precisas nos julgamentos de vários elementos simultaneamente é limitada, o que indica que, além desse ponto, pequenas variações são menos perceptíveis. Pode-se concluir que, para atender aos critérios de coerência e redundância das respostas avaliadas aos critérios, é necessário adotar de fato um limite, representando uma capacidade de processamento de

informações em nosso sistema cognitivo. Conforme levantado por SAATY e OZDEMIR (2003).



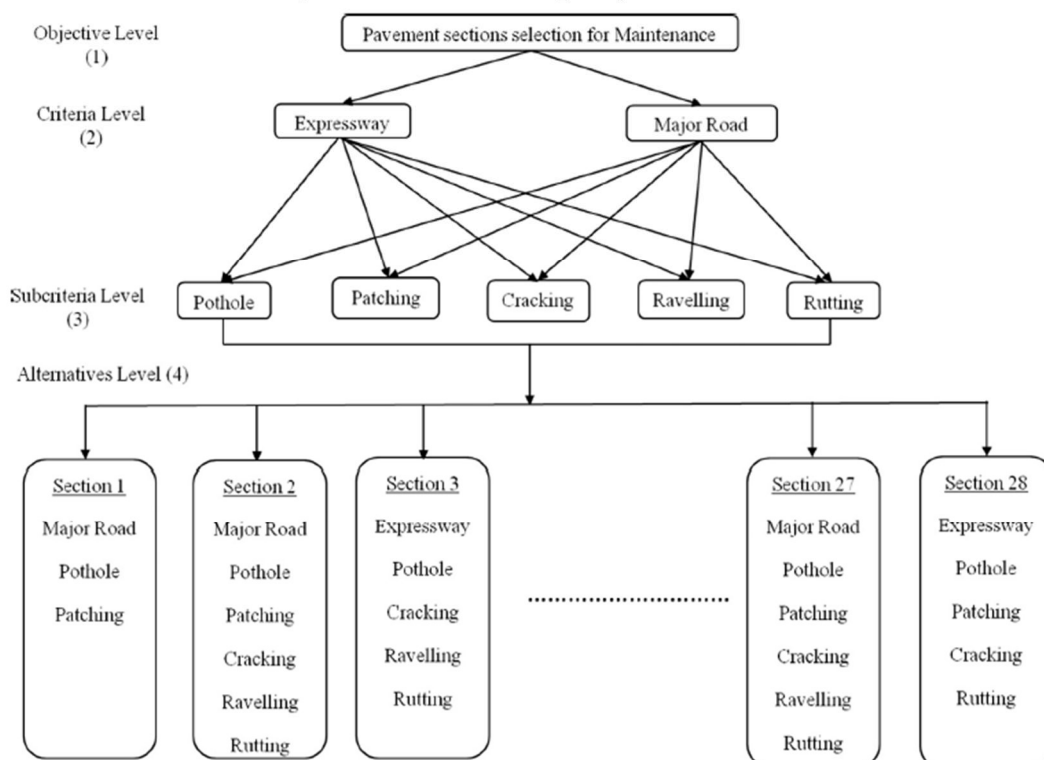
Fonte: SAATY e OZDEMIR (2003)

### 2.5.1 Aplicações em Transportes

O AHP é um método mundialmente utilizado em várias áreas do conhecimento para auxílio na tomada de decisão. Na engenharia rodoviária, não é diferente, vários são os exemplos de aplicação do AHP, podem ser citados:

SAEFARAZ AHMED *et al.* (2017) fez uso do AHP para aplicar uma hierarquia de ordem de priorização de seções de manutenção de rodovia na cidade de Mumbai, na Índia, para implementação em um SGP. A partir de 28 seções segmentadas pelo tipo da estrada, os quais foram definidos como critérios e percentuais de tipos de defeitos, encontrados nos segmentos, conforme mostrado na Figura 9. Os tipos de rodovia foram separados em via expressa e estrada principal, como subcritérios foram considerados os defeitos: panela, remendo, fissuração, desgaste e deformação permanente. Resultando em uma classificação de prioridade, ponderada pelos pesos de cada defeito relacionados aos tipos de estrada citados, e baseando-se em dados objetivos, coletados em levantamento visual.

Figura 9 - Estrutura hierárquica para análise AHP.

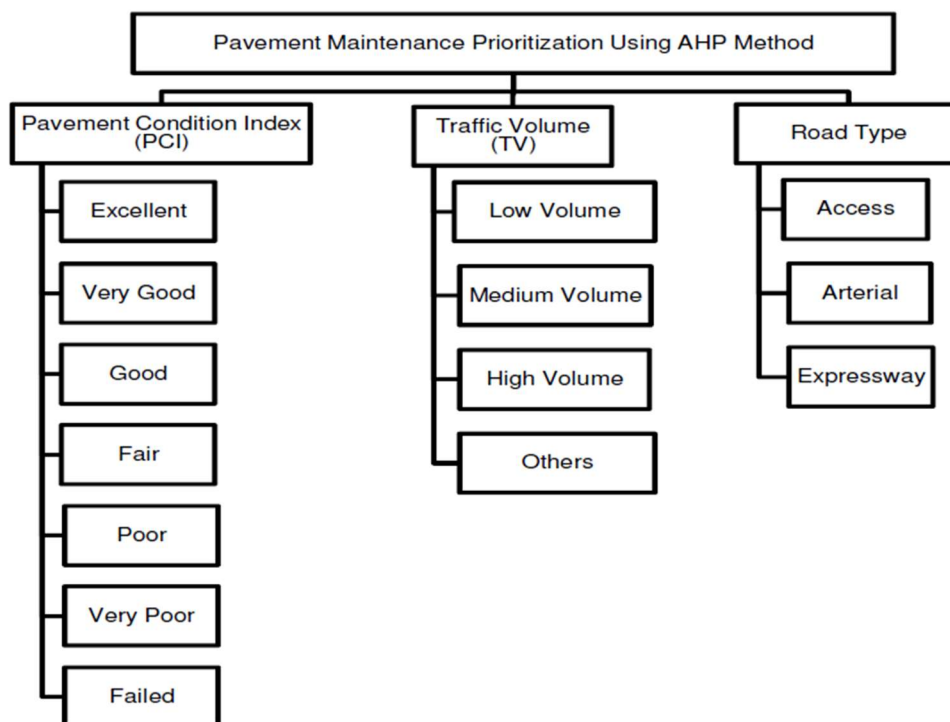


Fonte: SAEFARAZ AHMED *et al* (2017)

Ao passo que RAMADHAN *et al.* (1999) fez o uso do AHP, também para criar uma hierarquia de classificação para prioridade de manutenção de pavimentos. Entretanto, os pesos dos critérios foram obtidos de forma subjetiva, por meio da aplicação de um questionário voltado aos grupos que utilizam a rede rodoviária, visando abranger todas as classes de usuários das estradas de forma que o estudo refletisse suas opiniões. O questionário foi aplicado a usuários, acadêmicos da área de tráfego, manutenção e gerenciamento de rodovias, gerentes e engenheiros do departamento de manutenção de pavimentos. Os critérios adotados no trabalho foram: classe da estrada, condição do pavimento (PCI), tráfego operacional, qualidade de pilotagem, condição de segurança, custo de manutenção e importância para a comunidade.

Já DANIAL *et al.* (2011) fez a aplicação do AHP voltado a gerar uma classificação de prioridades para manutenção de pavimentos de ruas da cidade de Teerã, no Irã, como forma de gerir de forma mais eficiente os recursos financeiros destinados a obras de reabilitação. Foram usados no estudo, critérios que afetam na prioridade de manutenção dos pavimentos, foram estes; PCI, como critério, tendo sua escala de classificação, mostrada na Figura 6, como subcritérios, volume de tráfego segmentado entre baixo, médio, alto e outros como subcritérios e por fim o tipo de estrada tendo como subcritérios os tipos acesso, arterial e via expressa. Conforme ilustrado em sua estrutura hierárquica Figura 10.

Figura 10 - Estrutura hierárquica para aplicação do AHP.



Fonte: DANIAL *et al.* (2011)

Já OLIVEIRA (2019), utilizou o AHP em um problema diferente da manutenção de pavimentos. O autor fez uso do AHP para priorizar uma lista de modelos contratuais, conforme apresentado na Tabela 2, escolhendo o modelo mais eficiente para o caso da implantação do Arco Metropolitano do Recife. De forma a alcançar o equilíbrio entre riscos, custos e receitas de forma mais otimizada. Após consulta com profissionais das áreas do setor público, iniciativa Privada e Academia, para implantação do método. Foram utilizados como critérios e subcritérios da avaliação os itens expostos na Tabela 3, trazendo uma ótica sobre fatores influenciadores da tomada de decisão.

Tabela 2 - Modelos contratuais.

Modelo contratual	Descrição
1	Projeto básico de elaboração pública (próprio ou indireto), execução pública indireta das obras via RDC (Lei Federal nº 12.462/2011) e operação pública via departamento (DER/DNIT);
2	Projeto básico de elaboração pública (próprio ou indireto), execução e operação privada via, ou seja, Concessão precedida de obra pública (Lei Federal nº 8.987/1995);
3	Regime de Contratação Integrada, RDCi (Lei Federal nº 12.462/2011), com projeto básico, executivo e execução indireta sob responsabilidade do mesmo contratado privado e entrega em condições de operação para o Poder Público via departamento (DER/DNIT);
4	Parceria público-privada – PPP (Lei Federal nº 11.079/2004) – do tipo Concessão Patrocinada (contrapartida pública $\leq 70\%$ ), com projeto básico, execução das obras e operação sob responsabilidade da Sociedade de Propósito Específico – SPE;



<b>5</b>	Parceria público-privada – PPP (Lei Federal nº 11.079/2004) – do tipo Tarifa Sombra (contrapartida pública de 100%, ou seja, sem tarifa direta ao usuário), com projeto básico, execução das obras e operação sob responsabilidade da Sociedade de Propósito Específico – SPE.
----------	--

Fonte: Adaptado de OLIVEIRA (2019)

Tabela 3 - Critérios e subcritérios elencados.

<b>CRITÉRIO</b>	<b>SUBCRITÉRIO</b>
Socioambiental	Mobilidade e Acessibilidade
	Impactos Ambientais na Implantação
	Impactos Ambientais na Operação
	Qualidade de Vida
Econômico-financeiro	Impactos Econômicos
	Capacidade Financeira Para Implantação
	Capacidade Financeira Para Operação
Político-Institucional	Ambiente Político
	Ambiente Regulatório
	Ambiente Empresarial
Administrativo-contratual	Risco de Engenharia
	Risco Econômico
	Risco Financeiro
	Gestão dos Riscos

Fonte: Adaptado de OLIVEIRA (2019)

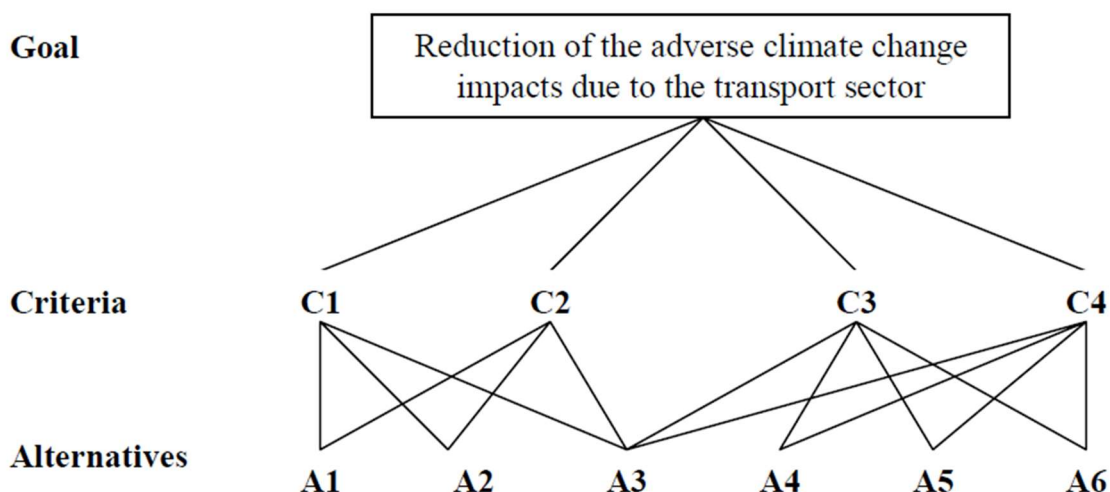
Em seu trabalho, BERRITTELLA *et al.* (2007), fez uso do AHP para realizar a avaliação de políticas de transporte, visando a redução do consumo de combustível e com isso reduzir os impactos das mudanças climática, com um olhar global, direcionado as políticas de transportes. A Figura 11 mostra a estrutura hierárquica usada para o estudo, pelas quais, foram divididas as questões relacionadas ao tema em;

- **critério 1 (C1):** adoção de combustíveis com teor reduzido de Carbono;
- **critério 2 (C2):** melhorias tecnológicas na eficácia ecológica dos veículos;
- **critério 3 (C3):** aumento da participação no mercado de transporte público e multimodal;
- **critério 4 (C4):** melhorias devido a melhores sistemas de gerenciamento de mobilidade.

Fazendo ligação direta com os critérios as seguintes alternativas foram levantadas;

- **alternativa 1 (A1):** acordos voluntários entre as indústrias para melhorar a eficiência ecológica de veículos novos;
- **alternativa 2 (A2):** incentivos para a renovação da frota de carros;
- **alternativa 3 (A3):** esquemas fiscais com o objetivo de promover modos de transporte ecologicamente corretos;
- **alternativa 4 (A4):** melhor integração entre o planejamento de transporte e os usos da terra;
- **alternativa 5 (A5):** novas e melhores infraestruturas de transporte;
- **alternativa 6 (A6):** desenvolvimento de tecnologias de sistema de transporte Inteligente (ITS).

Figura 11 - Estrutura hierárquica.



Fonte: BERRITTELLA *et al.* (2007)

A partir da coleta de dados de especialistas das áreas relacionadas por meio da aplicação de questionário.

Conforme mostrado, o AHP tem sido um método usado na área de pavimentos em temas diversos com objetivos variados. Por meio de métodos de coleta de dados similares, ora objetiva ora subjetiva, critérios são contextualizados de formas semelhantes, visando as óticas envolvidas nas temáticas abordadas. As correlações entre as comparações objetivam ligações claras entre os fatores e suas influências. SAATY (1992) pontua que o AHP, por ser uma teoria descritiva, e não prescritiva, é adaptado pelos seus avaliadores ou decisores.

### 3 METODOLOGIA

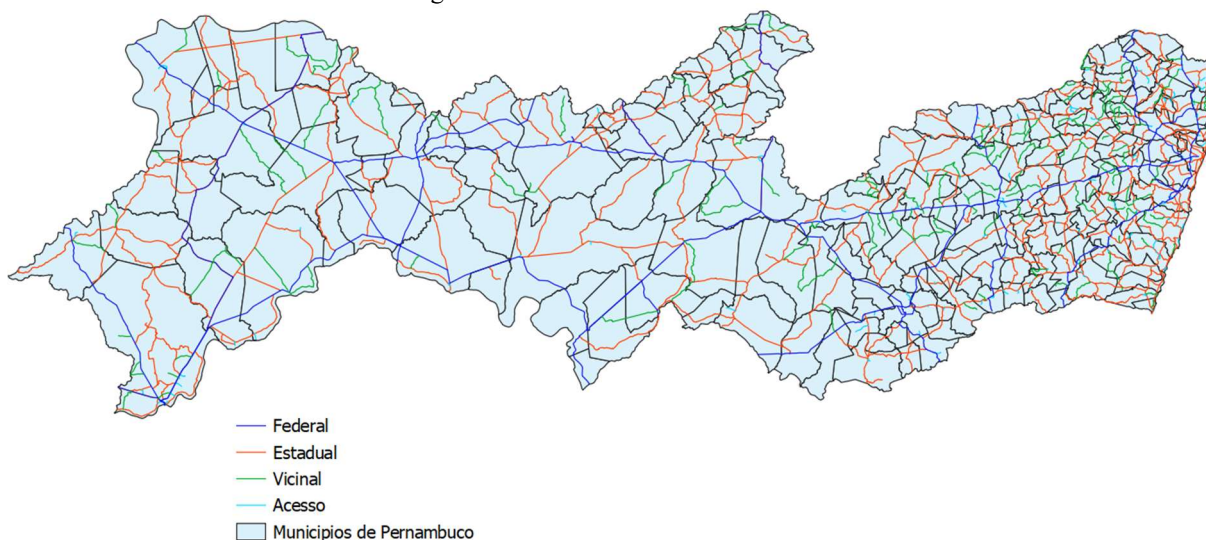
Esta seção apresenta a metodologia apresentada no trabalho. Primeiro, a malha rodoviária foi dividida em regiões, pelas quais foram definidos os critérios a escolha das rodovias, de cada região, que representarão a malha rodoviária.

Em seguida, o método AHP foi utilizado, critérios e subcritérios foram definidos de acordo com as características de condição das rodovias, com o passar do tempo. E tendo por fim, um questionário aplicado, para obtenção dos resultados esperados de hierarquização por ordem de prioridade de intervenção.

#### 3.1 ESCOLHA DAS RODOVIAS

Para representar a malha rodoviária estadual foram dispostas características que unificassem os diferentes cenários encontrados pelas rodovias do estado, de forma a abranger na aplicação do método a maior diversidade de características possível em uma amostra representativa, retirada da malha rodoviária estadual, mostrada na Figura 12.

Figura 12 - Malha rodoviária estadual.



Fonte: O Autor (2023)

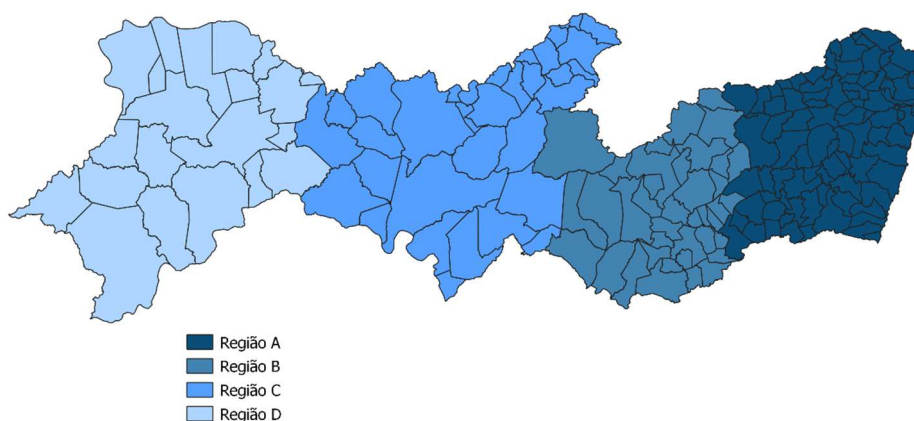
Com isso, o estado de Pernambuco foi dividido geograficamente em quatro regiões; Região A, Região B, Região C e Região D, conforme Figura 13. Pelas quais foram escolhidas uma rodovia por região, seguindo os seguintes critérios:

- (i) **Possuir pelo menos dois tipos de revestimento diferentes:** A malha rodoviária estadual possui rodovias com um ou vários tipos de revestimentos diferentes,

escolher rodovias que possuam pelo menos dois tipos diferentes de revestimentos exemplifica um tipo de caso em que seria difícil a ponderação de pesos, ao relacioná-los com outros critérios julgados importante à tomada de decisão ou formulação de uma hierarquização, sem o auxílio do método AHP;

- (ii) **Possuir uma extensão maior que 30 km:** Considerada uma rodovia mediana, a extensão é importante pois geralmente há uma certa dificuldade em homogeneizar as características de rodovias cuja extensão atravessa diferentes cenários de intemperismos, demanda e condição estrutural. Obter uma amostra que abrange uma quantidade significativa de cenários expõe a complexidade da realidade atual e exemplifica a abrangência do método AHP a esses tipos de cenários variados;
- (iii) **Atravessar pelo menos três municípios:** O critério tem por finalidade exemplificar a aplicação do método AHP, propondo como amostra, um cenário onde há uma variação de variáveis objetivas, tendo em vista que os dados referentes aos critérios que serão definidos serão obtidos de forma objetiva. Tendo como parâmetro de busca os dados referentes aos municípios, localizados entre a extensão das rodovias utilizadas no estudo.

Figura 13 - Estado de Pernambuco dividido em regiões.

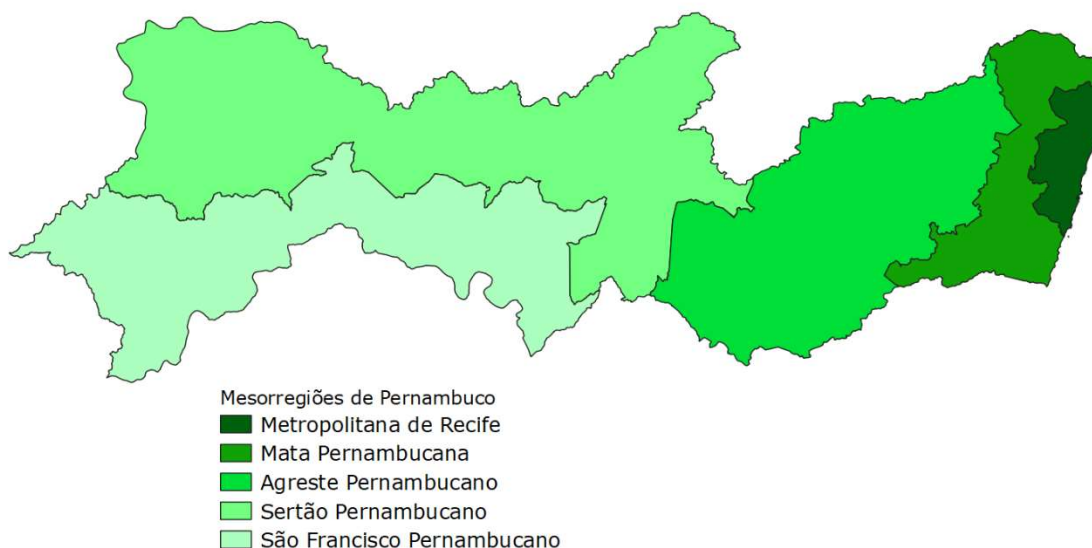


Fonte: O Autor (2023)

Após a divisão das regiões e escolha das rodovias, de acordo com os critérios já citados, foi necessário definir seus parâmetros, os quais serão usados para obter o resultado da hierarquia obtida através do tratamento dos dados adquiridos no questionário.

Dentre as quatro rodovias escolhidas para aplicação do método AHP e criação da hierarquia, são descritas as seguintes características físicas e sua localização em relação as mesorregiões do estado de Pernambuco, mostradas na Figura 14.

Figura 14 - Mesorregiões do estado de Pernambuco.



Fonte: O Autor (2023)

As rodovias dispostas para a hierarquização são:

- (i) **rodovia A:** Localizada na mesorregião da Mata Pernambucana, possui pouco mais de 32 km de extensão, distribuída entre trechos com revestimento em Concreto de Cimento Portland (CCP) e Concreto betuminoso Usinado a Quente (CBUQ), atravessando três municípios;
- (ii) **rodovia B:** Localizada na mesorregião do Agreste Pernambucano, possui mais de 44 km de extensão, distribuída entre trechos com revestimento em Tratamento Superficial Duplo (TSD) e Revestimento Primário (RP), atravessando três municípios;
- (iii) **rodovia C:** Localizada entre as mesorregiões do Sertão e São Francisco Pernambucano, possui pouco mais de 81 km de extensão, distribuída entre trechos com revestimento em TSD e RP, atravessando quatro municípios;
- (iv) **rodovia D:** Localizada entre a mesorregião do Sertão Pernambucano, possui pouco mais de 41 km de extensão, distribuída entre trechos com revestimento em CBUQ e RP, atravessando três municípios.

### 3.2 PROCEDIMENTO DE APLICAÇÃO DO AHP

Para a aplicação do método AHP, foram definidas etapas base, as quais foram realizadas a partir da definição dos critérios e subcritérios envolvidos na temática das rodovias estaduais pavimentadas do estado e suas condições relacionadas a estrutura, demanda e exposição a intempérie. Escolhas e determinação das rodovias utilizadas na aplicação do método junto as suas atribuições objetivas relacionadas aos critérios e subcritérios levantados.

#### 3.2.1 Determinação dos critérios e subcritérios

A determinação dos critérios consistiu na análise de fatores que influenciam na condição das rodovias com o passar do tempo, envolvidas de forma que fosse possibilitada a obtenção de valores objetivos relacionados a esses fatores, possibilitando a análise comparativa e aplicação direta na fase final da aplicação do método AHP.

Os critérios foram influenciados pelas seguintes características:

- (i) **intemperismo:** o qual causa a redução acelerada das condições de utilização do pavimento, principalmente representada pela chuva, a qual o revestimento está exposto. Há forte incidência em todas as rodovias do estado, porém, sendo mais atuante em algumas do que outras;
- (ii) **demanda:** solicitações de tráfego que as rodovias estão sujeitas ao longo de seu tempo de utilização. Obtido pelos dados econômicos e populacionais das regiões onde está distribuída a extensão da rodovia. Uma forma de justificar o uso da rodovia foi relacioná-lo à economia das regiões as quais a rodovia está inserida;
- (iii) **estrutura:** representada pelo tipo de revestimento pelos quais as extensões da rodovia estão distribuídas, por envolver o emprego de diferentes materiais e métodos construtivos. O tipo de revestimento de uma rodovia também fornece dados quanto à sua resistência estrutural em relação as ações de intemperismo e aumento de demanda de uso;
- (iv) **SGP:** representado pela condição funcional do pavimento, relacionada a todos os aspectos antes citados. Pode ser relacionada diretamente pelo PCI, ponderado obtido por meio de coleta de dados *in loco*, pesquisas e levantamentos em bases de dados oficiais e aplicação de metodologias normativas quanto à caracterização técnica, adquirido ciclicamente e expõe a fragilidade e a deterioração do pavimento em seu tempo de uso.

De forma geral, os quatro critérios definidos para aplicação no método AHP foram:

- (i) **pluviometria:** Representada pela média pluviométrica anual dos últimos 30 anos nos municípios onde as rodovias estão distribuídas;
- (ii) **economia:** Apresenta os dados econômicos e populacionais dos municípios onde as rodovias estão distribuídas, representa a demanda de uso das rodovias, baseada na atividade econômica das regiões;
- (iii) **tipo de revestimento:** Representa os diferentes tipos de revestimento encontrados na Malha Rodoviária Estadual, caracterizados pelo emprego de diferentes materiais e métodos construtivos;
- (iv) **SGP:** O Sistema de Gerência de Pavimentos (SGP), representa a condição da rodovia em relação ao seu desempenho e estado, referente a defeitos.

Definidos os critérios a serem utilizados no estudo, foi preciso dividi-los em subcritérios, pelos quais suas características particulares possam serem mais bem exploradas pelos tomadores de decisão. Cada critério em particular apresenta características únicas, seus subcritérios também não fogem dessa regra. Dois critérios foram classificados como suficientes em relação a sua divisão em subcritérios, por se tratar de critérios objetivos: pluviometria e SGP. Ambos são objetivos ao ponto de possuírem um único subcritério, que por sua vez terá não se faz necessária a divisão de pesos.

Para esses casos foi considerado o seguinte:

- (i) **pluviometria:** O subcritério adotado para o critério pluviometria foi o índice pluviométrico, representado pela nota objetiva, calculada a partir do índice pluviométrico anual dos últimos dez anos dos municípios, coletados pela Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC), pelos quais, as rodovias cruzam, sendo feita a devida ponderação do índice pluviométrico dos municípios relacionados com as extensões da rodovia em cada um, e normalizada para uma escala de zero a dez;
- (ii) **SGP:** O subcritério adotado para o critério SGP foi o PCI, por se tratar também de um critério objetivo, caracterizado por sua nota que varia de 0 a 100, ponderada de acordo com os respectivos trechos, pelos quais foram segmentadas as rodovias, relacionando as notas as extensões dos seus trechos, e normalizada para uma escala de zero a dez.

Para o critério da economia, a divisão em subcritérios foi realizada de acordo com os seguintes pontos:

- (i) **PIB per capita:** Representado pela razão entre o Produto Interno Bruto (PIB) dos municípios pelo número de habitantes, evidenciando a atividade econômica participante de cada município de forma comparável, mediante a distribuição populacional,

representa um dos fatores de demanda da rodovia em relação a questão de movimentação de cargas e para produção de bens e serviços;

- (ii) **população:** Representada pelo número de habitantes pertencente a cada município os quais as rodovias atravessam, representa também um dos fatores de demanda em relação a transporte de passageiros e viagens intermunicipais;
- (iii) **IDH:** o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) dos municípios, pelos quais as rodovias estão distribuídas, envolve indicadores de alfabetização, educação como também expectativa de vida e natalidade, estando fortemente envolvida com o bem-estar de uma população, que também impulsiona as demandas de mobilidade.

O critério de Tipo de Revestimento contou com características físicas a respeito das rodovias, tendo sua divisão realizada por meio dos tipos de revestimento presentes na malha rodoviária estadual de Pernambuco, segundo o Sistema Rodoviário Estadual (SRE), os quais são categorizados segunda as nomenclaturas definidas pelo DER-PE, são estas:

- (i) **CBUQ:** Revestimento em Concreto Betuminoso Usinado a Quente;
- (ii) **TSD:** Revestimento em Tratamento Superficial Duplo;
- (iii) **CCP:** Revestimento em Concreto de Cimento Portland;
- (iv) **RP:** Revestimento Primário;
- (v) **TERRA:** Sem revestimento, rodovia sobre Leito Natural.

Concluída a determinação de todos os critérios e subcritérios a serem utilizados no estudo, seguem as etapas relacionadas a escolha das rodovias, juntamente com a definição e tratamento de seus dados objetivos a serem aplicados às dimensões agora determinadas.

### 3.2.2 Notas objetivas das rodovias

Para aplicação dos dados Objetivos, foram realizadas buscas relacionadas aos índices pluviométricos, dados econômicos e populacionais dos municípios pelos quais as rodovias atravessam. Assim como também foram levantados os tipos de revestimento, juntamente com suas extensões nas rodovias utilizadas no estudo, assim como também foram adquiridas mediante ao DER-PE, os resultados dos subtrechos levantados no SGP para atribuição dos PCI das rodovias utilizadas no estudo, ponderados com as respectivas extensões.

Para atribuição das notas objetivas, todos os resultados foram normalizados para uma escala de zero até dez, permitindo uma comparação entre as diferentes dimensões relacionadas. O processo de cálculo seguiu os seguintes procedimentos:



### 3.2.2.1 Notas da pluviometria

Com já citado anteriormente, a pluviometria foi adquirida por município através dos dados fornecidos pela APAC, sendo necessário a extração das extensões das rodovias, pertencentes a cada município, que por meio do Software Qgis, sendo possível obter as extensões exatas em metros. Partindo desses dados foram calculas as notas, calculando a pluviometria média da rodovia, Equação 2, e realizando uma normalização para uma escala de zero a dez, com valores truncados para nenhuma casa decimal, Equação 3. De acordo com as equações a seguir;

$$Pm_a = \sum_{i=1}^n \frac{ea_i \times Pa_i}{ea_T} \quad (2)$$

Onde:

- $Pm_a$  = pluviometria média da rodovia “A”;
- $ea_T$  = extensão total da rodovia “A”;
- $Pa_i$  = pluviometria dos municípios da rodovia “A”;
- $n$  = número de municípios da rodovia; e
- $i$  = Contador do número de municípios da rodovia

$$N_{Pluviometria_a} = \frac{(Pm_a - P_{min})}{(P_{max} - P_{min})} \cdot 10 \quad (3)$$

Onde:

- $N_{Pluviometria_a}$  = nota da pluviometria da rodovia “A”;
- $P_{m_a}$  = pluviometria média da rodovia “A”;
- $P_{min}$  = menor pluviometria média das rodovias; e
- $P_{max}$  = maior pluviometria média das rodovias

### 3.2.2.2 Notas da economia

Os cálculos das notas relacionadas aos subcritérios de economia, seguiram de forma análoga ao item 3.2.2.1, sendo realizado o cálculo da média ponderada do PIB referente aos municípios das rodovias do estudo, Equação 4. Finalizando com a cálculo da nota final

aplicando uma normalização, cujo resultado foi uma nota de zero a dez com valores truncados para nenhuma casa decimal, assim como nas demais notas finais.

$$PIBm_a = \sum_{i=1}^n \frac{ea_i \times PIBa_i}{ea_T} \quad (4)$$

Onde:

- $PIBm_a$  = PIB médio da rodovia “A”;
- $ea_T$  = extensão total da rodovia “A”;
- $PIBa_i$  = PIB dos municípios da rodovia “A”;
- $n$  = número de municípios da rodovia; e
- $i$  = Contador do número de municípios da rodovia

$$N_{PIB_a} = \frac{(PIBm_a - PIB_{min})}{(PIB_{max} - PIB_{min})} \cdot 10 \quad (5)$$

Onde:

- $N_{PIB_a}$  = nota do PIB da rodovia “A”;
- $PIBm_a$  = PIB médio da rodovia “A”;
- $PIB_{min}$  = menor PIB médio das rodovias; e
- $PIB_{max}$  = maior PIB médio das rodovias.

### 3.2.2.3 Notas do tipo de revestimento

O cálculo dos valores objetivos do tipo de revestimento seguiu de forma mais simples, sendo necessário apenas a aplicação de um valor médio relacionado com a extensão total da rodovia. Assim como nas notas da pluviometria e economia, os resultados da nota final dos subcritérios do tipo de revestimento originaram uma nota entre zero e dez com valor truncado para nenhuma casa decimal. Conforme a Equação 6:

$$N_{Tip.Rev_a} = \left( \frac{e_{rev}}{e_{total}} \right) \cdot 10 \quad (6)$$

Onde:

$$\begin{aligned} N_{Tip.rev_a} &= \text{nota do tipo de revestimento da rodovia "A"}; \\ e_{rev} &= \text{Extensão do tipo de revestimento da rodovia "A"}; \text{ e} \\ e_{total} &= \text{Extensão total da rodovia "A"}. \end{aligned}$$

### 3.2.2.4 Notas do SGP

Considerando que o PCI é um índice que reflete a condição do pavimento, sendo este uma nota que varia entre 0 e 100, sendo 0 a pior condição ou inexistência do pavimento funcional e 100 a melhor condição ou pavimento em perfeitas condições. É interessante ressaltar que para uma hierarquização de rodovias baseada em suas condições de exposição a intemperismo, demanda, tipo e estado estrutural, rodovias com PCI próximo a 100 devem possuir menores notas pois em relação ao critério SGP estão em boas ou ótimas condições, sendo assim as notas objetivas do subcritério PCI serão invertidas de forma que quanto menor o PCI maior será a nota final atribuída.

Para calcular o PCI ponderado em relação as extensões dos subtrechos homogêneos considerados no levantamento LVC, foi necessário aplicar a fórmula de média ponderada para posteriormente realizar o cálculo da nota final normalizada do PCI. Conforme exposto nas equações abaixo:

$$PCI_{m_a} = \sum_{i=1}^n \frac{ea_i \times PCI_{a_i}}{ea_T} \quad (7)$$

Onde:

$$\begin{aligned} PCI_{m_a} &= \text{PCI médio da rodovia "A"}; \\ ea_T &= \text{extensão total da rodovia "A"}; \\ PCI_{a_i} &= \text{PCI dos segmentos da rodovia "A"}; \\ n &= \text{número de segmentos da rodovia; e} \\ i &= \text{Contador do número de segmentos da rodovia} \end{aligned}$$

$$N_{PCI_a} = 10 - \frac{(PCI_{m_a} - PCI_{min})}{(PCI_{max} - PCI_{min})} \cdot 10 \quad (8)$$

Onde:

$$\begin{aligned}
 N_{PCI_a} &= \text{nota do PCI da rodovia "A"}; \\
 PCI_{m_a} &= \text{PCI médio da rodovia "A"}; \\
 PCI_{min} &= \text{menor PCI médio das rodovias; e} \\
 PCI_{max} &= \text{maior PCI médio das rodovias.}
 \end{aligned}$$

### 3.3 QUESTIONÁRIO

Para a aplicação do questionário foi necessário fazer a definição dos decisores, avaliadores cuja experiência em relação ao tema pode ser considerada e aproveitada na análise dos critérios e subcritérios utilizados na problemática. Como forma de representação, os decisores foram divididos em três categorias, as quais estão envolvidas diretamente com as questões levantadas para a definição da hierarquia das rodovias, sendo essas categorias de decisores pertencentes aos seguintes setores:

- (i) **acadêmico:** Formada por Professores universitários, que lecionam na área de Transportes;
- (ii) **privado:** Formada por Profissionais do setor privado, atuantes na área de Transportes, Engenheiros Civis, divididos entre as áreas de gestão, gerenciamento e projetos;
- (iii) **público:** Formada por Servidores públicos, que atuam em setores estratégicos, relacionados a área de Transportes, Engenheiros Civis divididos entre o DER (Departamento de Estradas de Rodagem) e DNIT (Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes).

Concluída a identificação dos decisores, é iniciada a fase de aplicação do questionário, disponível no Apêndice A deste trabalho, dividido em duas etapas principais;

- **ETAPA I:** Apresentação da problemática para compreensão e preenchimento da importância relativa, por meio da escala de Saaty, dos critérios considerados importantes para a tomada de decisão em relação a hierarquização das rodovias, baseada em seus graus de prioridade de intervenção;
- **ETAPA II:** Compreensão e preenchimento da importância relativa, por meio da escala de Saaty, dos subcritérios apresentados, conforme a natureza de seus critérios já avaliados, em conformidade com seu grau em importância em relação a hierarquização das rodovias.

Visando estabelecer níveis relativos de importância em relações as dimensões apresentadas no *item 3.1.1*, foi apresentado ao avaliador a escala fundamental de Saaty, que estabelece os valores a serem aplicados juntamente aos julgamentos necessários para as

aplicações, baseada na influência dos critérios, analisados sobre a ótica da problemática apresentada, escala exemplificada na Tabela 4.

Tabela 4 - Escala Fundamental de Saaty.

<b>Intensidade de Importância</b>	<b>Definição</b>	<b>Aplicação</b>
1	Mesma Importância	As duas atividades contribuem
3	Importância pequena sobre a outra	O julgamento favorece ligeiramente uma atividade em comparação com a outra
5	Importância grande ou essencial sobre a outra	O julgamento favorece fortemente uma atividade em comparação com a outra
7	Importância muito grande em relação a outra	A atividade é muito favorecida em relação a outra, seu domínio é demonstrado na prática
9	Importância extremamente grande ou absoluta sobre a outra	As evidências que favorecem a atividade em relação a outra é da mais alta ordem possível de afirmação
2, 4, 6 e 8	Valores intermediários em relação aos adjacentes	Podem ser utilizados em casos de transição ou dúvida em relação a duas Intensidades de Importâncias adjacentes

Fonte: Adaptada de Saaty (2008).

Para a aplicação dos valores da escala fundamental de Saaty, foram disponibilizadas para os decisores as matrizes de importâncias relativas dos critérios e subcritérios, representadas pelas Tabelas 02, 03 e 04, respectivamente, pelas quais foram preenchidos os valores em conformidade com a Tabela 05, a qual apresenta os valores da escala de Saaty utilizadas no estudo.

Tabela 5 - Matriz de importâncias relativas dos critérios.

<b>Dimensões</b>	<b>Pluviometria</b>	<b>Economia</b>	<b>Tipo de Revestimento</b>	<b>SGP</b>
<b>Pluviometria</b>	1,00			
<b>Economia</b>		1,00		
<b>Tipo de Revestimento</b>			1,00	

<b>SGP</b>				1,00
------------	--	--	--	------

Fonte: O Autor (2023).

Tabela 6 - Matriz de importâncias relativas dos subcritérios do critério economia.

<b>Economia</b>	<b>PIB per capita</b>	<b>População</b>	<b>IDH</b>
<b>PIB per capita</b>	1,00		
<b>População</b>		1,00	
<b>IDH</b>			1,00

Fonte: O Autor (2023)

Tabela 7 - Matriz de importâncias relativas dos subcritérios do critério tipo de revestimento.

<b>Tipo de Revestimento</b>	<b>CBUQ</b>	<b>TSD</b>	<b>CCP</b>	<b>RP</b>	<b>TERRA</b>
<b>CBUQ</b>	1,00				
<b>TSD</b>		1,00			
<b>CCP</b>			1,00		
<b>RP</b>				1,00	
<b>TERRA</b>					1,00

Fonte: O Autor (2023)

Tabela 8 - Escala fundamental de Saaty.

<b>Avaliação do julgador</b>	<b>Valor a lançar na célula <math>a_{ij}</math></b>
A dimensão i é <b>extremamente mais</b> importante que a dimensão j	9
A dimensão i é <b>muito mais</b> importante que a dimensão j	7
A dimensão i é <b>bem mais</b> importante que a dimensão j	5

A dimensão i é um <b>pouco mais</b> importante que a dimensão j	3
A dimensão i tem a <b>mesma</b> importância da dimensão j	1
A dimensão i é um <b>pouco menos</b> importante que a dimensão j	1/3
A dimensão i é <b>bem menos</b> importante que a dimensão j	1/5
A dimensão i é <b>muito menos</b> importante que a dimensão j	1/7
A dimensão i é <b>extremamente menos</b> importante que a dimensão j	1/9
OBSERVAÇÃO: Os valores intermediários 8, 6, 4, 2, 1/2, 1/4, 1/6 e 1/8 podem ser utilizados, sempre que o avaliador estiver em dúvida quanto à utilização apenas dos ímpares e seus recíprocos.	

Fonte: Oliveira (2019)

O questionário foi aplicado de forma presencial na maioria dos casos e remotamente em casos mais excepcionais, foram explanadas as alternativas junto a seus contextos diretamente aos decisores, de forma que não houvesse possíveis dúvidas em relação ao preenchimento do questionário ou seu contexto de aplicação. Ao todo foram recolhidas as respostas de 18 distribuídas entre: 3 do setor acadêmico, professores especialistas na área de infraestrutura de transportes, 11 do setor privado, profissionais que atuam no mercado de trabalho nessa área, divididos entre as áreas de projeto, gerenciamento e supervisão de obras de infraestrutura. Por fim, 4 do setor público, distribuídos entre o DER e o DNIT, em equipes compostas por diretores, supervisores e analistas em infraestrutura.

Tendo em vista a quantidade de decisores entrevistados, foi necessário adotar uma nomenclatura específica para diferenciar os decisores em seus devidos setores, para assim permitir uma melhor comparação entre os dados, logo, foi adotado um sistema de codificação formado por duas letras em seu prefixo, as quais representam o setor do decisor, conforme representadas na Tabela 9, junto a dois números de ordem no seu sufixo, os quais representam a ordem do decisor em seu setor, conforme Tabela 10.

Tabela 9 - Codificação do setor do decisor.

Prefixo	Setor do decisor
AC	acadêmico
PR	privado
PU	público

Fonte: O Autor (2023)

Tabela 10 - Código de identificação do decisor.

Código	Descrição
AC01	Decisor 01 do setor acadêmico

Fonte: O Autor (2023)

Com os valores atribuídos às matrizes apresentadas no questionário, partimos de uma matriz de julgamentos  $A$ , quadrada de ordem  $n$ , mostrada abaixo.

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \quad (9)$$

Onde  $a_{ij}$  é definido pelas seguintes regras de entrada: Se  $a_{ij} = \alpha$ , então  $a_{ji} = 1/\alpha$ , para  $\alpha > 0$ . Assim como também  $a_{ij} = a_{ji} = 1$ , então:  $a_{ii} = 1, \forall i$ , logo formamos a seguinte matriz  $A$ , presente nos questionários.

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{ij} & \dots & a_{in} \\ a_{ji} & 1 & \dots & a_{jn} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1/a_{ni} & 1/a_{nj} & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad (10)$$

Sendo então  $A$  a matriz recíproca positiva, que consiste em um conjunto de comparações par a par, pelas quais  $i, j \leq n$ , para  $n$  igual ao número de alternativas que estão sendo comparadas, onde cada elemento  $a_{ij}$  representa a dominância do critério “i” sobre o critério “j”, pela qual a diagonal principal da matriz  $A$ , formada pelos elementos  $a_{ii}$  e  $a_{jj}$ , seja igual a 1, pois, um critério comparado com ele mesmo será igual a 1.

Com os valores de julgamento atribuídos, o vetor  $W$  é determinado, sendo  $W$  a normalização do vetor  $A$ , pelo qual o autovetor  $v$ , da matriz  $W$  representa o vetor de prioridade dos critérios, apresentados na matriz  $A$ , sendo  $\lambda_{\text{máx}}$  o maior autovalor da matriz  $W$ , conforme a equação abaixo.

$$W \cdot v = \lambda_{\text{max}} \cdot v \quad (11)$$

Portanto,  $v$  pode ser considerado o peso das prioridades gerais aplicadas aos critérios, onde  $v_i$  = peso atribuído ao critério  $i$  e  $A_{ij}$  = peso da alternativa  $i$  sobre o critério  $j$ .

Considerando que as avaliações realizadas pelos avaliadores, ainda estão sujeitas a falha humana, relacionada a coerência nas respostas dos questionamentos apresentados perante os Critérios e Subcritérios expostos, é necessário realizar uma análise de consistência sobre os pesos atribuídos aos critérios e subcritérios da problemática apresentada através da matriz de decisão.



Para tal, é realizada a análise de consistência do julgamento do decisor. Para criar essa relação de consistência razoável, relacionadas às comparações realizadas pelos decisores. O número de inconsistência fornecido pelo método, de forma sistemática, é dado pela inconsistência medida em cada conjunto de julgamentos, definida pela taxa de consistência (TC).

O índice randômico, ou também, índice de consistências médias (IR), foi fornecido por Saaty (1977), os quais foram adquiridos pelos índices de consistência de matrizes quadradas aleatórias, definidas por  $n$ , onde  $n$  é a ordem da matriz e a quantidade de critérios abordados. Com isso foram estabelecidos os índices randômicos de matrizes aleatórias, mostrados na Tabela 11. Os índices de consistência, como um todo, são definidos por:

$$IC = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1} \quad (12)$$

Onde:

$IC$  = índice de consistência  
 $\lambda_{max}$  = Maior autovalor da matriz W  
 $n$  = Número de critérios

Com isso a taxa de consistência (TC) pode ser calculada através da equação:

$$TC = \frac{IC}{IR} \quad (13)$$

Onde:

$TC$  = taxa de consistência  
 $IC$  = índice de consistência  
 $IR$  = Índice randômico da matriz

Tabela 11 - Índices Randômicos de matrizes aleatórias.

Ordem da Matriz	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
IR	0,00	0,00	0,58	0,90	1,12	1,14	1,32	1,41	1,45	1,49

Fonte: Berrittella *et al.* (2007)

O valor da taxa de consistência varia a depender da quantidade de critérios abordados, e estão apresentados conforme a Tabela 12.

Tabela 12 - Taxa de Consistência em função do número de critérios.

$n$	TC
$\geq 5$	$\leq 0,10$
4	$\leq 0,08$
3	$\leq 0,05$

Fonte: Berrittella *et al.* (2007)

O processo descrito, até então, encontra-se embutido na codificação da planilha em Excel, utilizada para aplicação do método neste trabalho, os resultados obtidos mediante a planilha encontram-se disponíveis no Apêndice deste trabalho.

## 4 RESULTADOS

### 4.1 AVALIAÇÃO DAS RODOVIAS

A partir do método de cálculo apresentado na seção 3.1.2, foram calculadas as notas de 0 até 10 de forma objetiva das rodovias utilizadas na aplicação do método. Conforme demonstrado para a rodovia A.

De acordo com os dados levantados, a rodovia A cruza os municípios 1, 2 e 3, pelos quais seguem na Tabela 13, suas respectivas extensões correspondentes em cada município.

Tabela 13 - Extensão em metros da rodovia A nos municípios 2, 2 e 3.

Município	Extensão (m)
Município 1	13416
Município 2	11906
Município 3	6998
$\Sigma$	32320

Fonte: O Autor (2023)

Os seguintes dados foram obtidos para os municípios da rodovia A, e calculados conforme o item 3.2.2. Conforme expostos na Tabela 14.

Tabela 14 - Dados dos municípios da rodovia A.

<b>Município</b>	<b>Pluviometria</b>	<b>População</b>	<b>PIB per capita</b>	<b>IDH</b>
Município 1	126,186	26.461	6.728,89	0,553
Município 2	138,79	23.561	14.220,50	0,593
Município 3	109,27	40.121	10.675,18	0,586
<b>Valores médios ponderados</b>	<b>127,16</b>	<b>28.350</b>	<b>10.343,09</b>	<b>0,57</b>

Fonte: O Autor (2023)

Após comparação com valores obtidos pelas rodovias B, C e D, e aplicação da escala de normalização, atribuindo nota 10 para o maior parâmetro e 0 para o menor parâmetro, as seguintes notas objetivas foram adquiridas para a rodovia A.

Tabela 15 - Notas objetivas da rodovia A para os critérios: pluviometria, população, PIB per capita e IDH.

<b>Rodovia</b>	<b>Pluviometria</b>	<b>População</b>	<b>PIB per capita</b>	<b>IDH</b>
<b>A</b>	10	3	8	4

Fonte: O Autor (2023)

Para a nota objetiva do PCI, foi recolhido o valor médio do PCI da rodovia A e comparado com os PCIs das rodovias B, C e D. atribuindo uma normalização sendo 0 para o maior PCI e 10 para o menor PCI. Obtendo o seguinte resultado da Tabela 16.

Tabela 16 - Nota média do PCI na rodovia A.

<b>PCI</b>	<b>Nota PCI</b>
71,91	0

Fonte: O Autor (2023)

As extensões correspondentes aos tipos de revestimento da rodovias A, foram obtidas conforme a Tabela 17. Atribuindo uma nota proporcional a extensão total por tipo de revestimento, com escala de 0 a 10.

Tabela 17 - Extensões em metros e notas objetivas da rodovia A.

<b>Rodovia</b>	<b>Tipo de Revestimento</b>	<b>Extensão (m)</b>	<b>Nota</b>
<b>A</b>	CBUQ	16914	<b>5</b>

	TSD	0	0
	CCP	15406	5
	RP	0	0
	TERRA	0	0
	$\Sigma$	32.320,00	

Fonte: O Autor (2023)

Após processo análogo realizado nas rodovias B, C e D, os seguintes resultados foram encontrados para cada subcritério, conforme Tabela 18.

Tabela 18 - Atribuição das notas as rodovias.

Subcritério	Avaliação (0 - 10)			
	Rodovias			
	rodovia-A	rodovia-B	rodovia-C	rodovia-D
pluviometria	10	0	1	0
PIB per capita	8	9	0	0
população	3	6	0	0
IDH	4	0	10	10
CBUQ	5	0	0	4
TSD	0	2	6	0
CCP	5	0	0	0
RP	0	8	4	6
TERRA	0	0	0	0
PCI	0	9	5	10

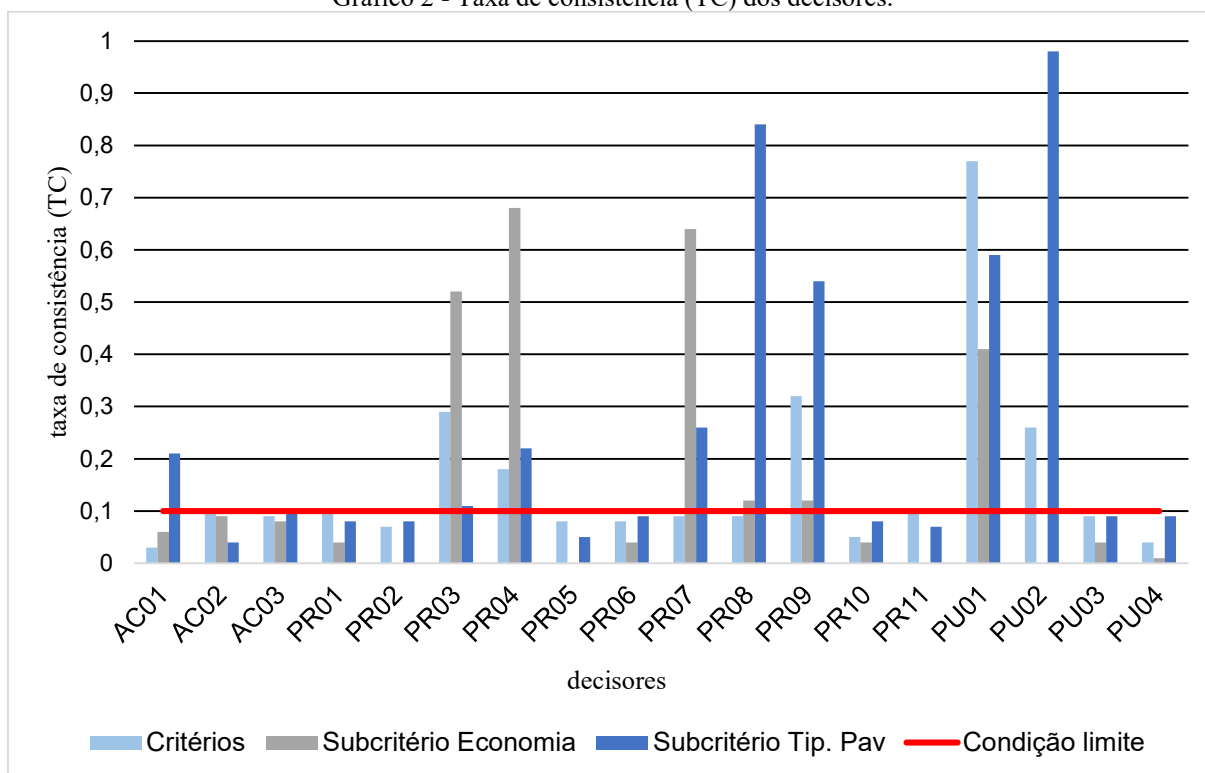
Fonte: O Autor (2023)

## 4.2 ANÁLISE DE CONSISTÊNCIA

O método, em sua aplicação, requer uma determinada coerência entre as respostas, apresentadas pelos decisores. A forma de considerar essa coerência requerida é através das análises de consistência. Conferidas por meio da taxa de consistência (TC), apresentada na Equação 13.

Foram verificados os valores de TC para cada decisor individualmente, conforme segmentado pela Tabela 9, de forma que os dados obtidos fossem comparados para extrair a amostra de decisores que participarão do restante do estudo para formulação da hierarquização, conforme ilustrado na Gráfico 2, com as

Gráfico 2 - Taxa de consistência (TC) dos decisores.



Fonte: O Autor (2023)

Como pode ser observado, nem todos os decisores alcançaram os critérios de  $TC \leq 0,10$ , como foi estabelecido por SAATY e OZDEMIR (2003), em relação ao limite aceitável humano para consistência de avaliações através de valores numéricos. A linha limite no Gráfico 2, estabelece o limite determinado aceitável para as respostas. Pelos quais, apenas 2 decisores do setor acadêmico, 6 decisores do setor privado e 2 decisores do setor público alcançaram valores satisfatórios de TC, foram estes:

Tabela 19 - Taxas de Consistência (TC) dos decisores utilizados na hierarquização.

Código	critérios	subcritério economia TC	subcritério tip. pav TC
AC02	0,10	0,09	0,04
AC03	0,09	0,08	0,10
PR01	0,10	0,04	0,08
PR02	0,07	0,00	0,08
PR05	0,08	0,00	0,05
PR06	0,08	0,04	0,09
PR10	0,05	0,04	0,08
PR11	0,10	0,00	0,07
PU03	0,09	0,04	0,09

<b>PU04</b>	0,04	0,01	0,09
-------------	------	------	------

Fonte: O Autor (2023)

Portanto, para dar continuidade ao estudo apenas esses decisores foram considerados para as próximas etapas de aplicação do método AHP. Visando manter a consistência das avaliações e veracidade dos resultados junto as interpretações realizadas, em busca das realidades dos cenários atuais relacionados as abordagens de diferentes setores relacionados a área de transportes.

Numa esfera de tomada de decisão, é importante o estabelecimento do equilíbrio entre os lados interessados ou impactados por tais, a análise multicritério preserva manter esses pontos de vista de forma alinhada e consistente, para tal seguem as análises do trabalho.

### 4.3 ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

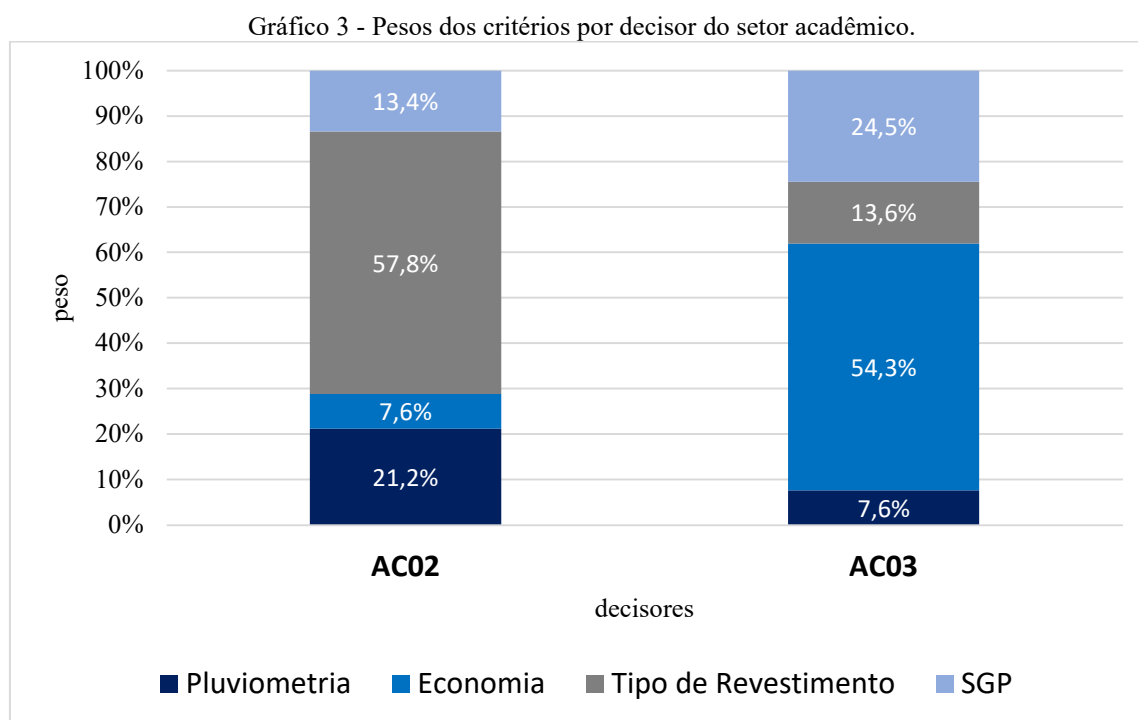
Antes de analisar o resultado geral, é necessário compreender como foram os julgamentos realizados por cada setor entrevistado. De certa forma, cada setor apresentou sua particularidade sobre a ótica dos temas abordados nos critérios e subcritérios. O que resultou em um sistema de ponderação diferente, e pelo qual as prioridades foram alocadas de acordo com a realidade de cada setor e suas perspectivas em relação a hierarquização das rodovias como o produto final.

#### 4.3.1 Setor acadêmico

O setor acadêmico apresentou resultados relativos as percepções do meio acadêmico, apresentados na Gráfico 3, onde podem ser observados os resultados das ponderações individuais de cada entrevistado. De acordo com a coleta, houve uma divergência entre os pesos adotados pelos decisores AC02 e AC03 no que diz respeito a consideração das importâncias relativas, preenchidas na matriz de julgamento.

Enquanto o decisor AC02 considerou o critério do tipo de revestimento como fator principal para hierarquização, sendo obtido 57,8% do peso atribuído para esse critério obtido a partir das respostas ao questionário. Como segundo critério mais importante foi considerado o critério da pluviometria, configurando o fator da exposição a intemperismo como segundo maior agravante, com 21,2% do peso. Por sua vez, O decisor AC03 denotou um peso semelhante ao critério da economia, caracterizando uma prevalência nos fatores de demanda e uso da rodovia como agravante para priorização, atingindo seus 54,3% de peso. O segundo fator

adotado como mais importante foi o estado atual da rodovia, representado pelo critério do SGP com 24,5%. Os resultados dos pesos calculados para o setor acadêmico estão apresentados na Gráfico 3.



Fonte: O Autor (2023)

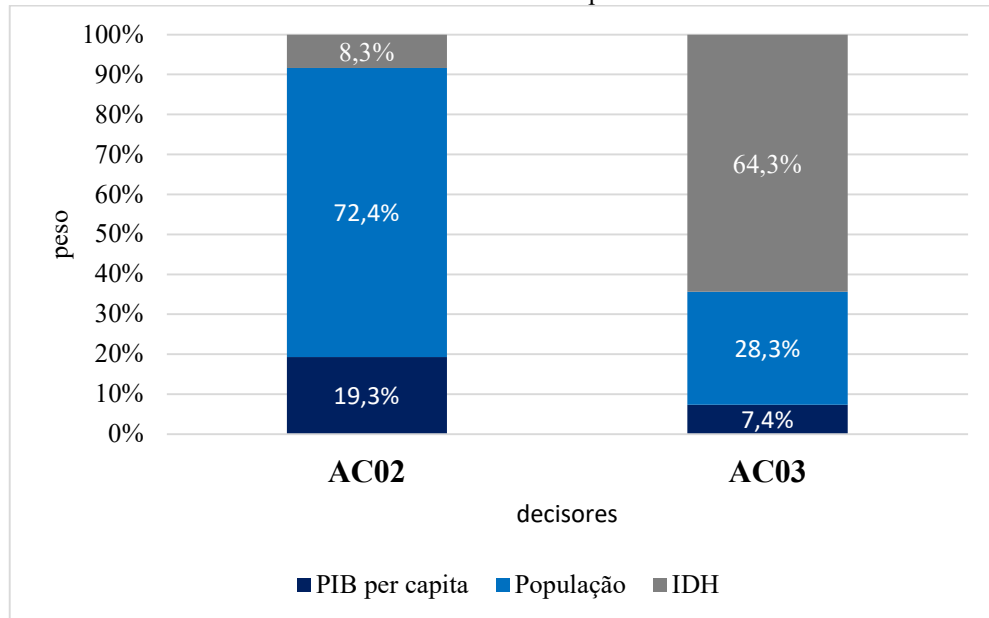
Quando analisado os subcritérios avaliados pelos decisores do setor acadêmico, houve também uma certa divergência entre as visões de priorização relacionadas as importâncias adotadas. Ambos os decisores captaram prioridades relativas diferentes, possibilitando assim pesos completamente diferentes.

Valores de priorização adotados para o decisor AC02 decerto prevaleceu os subcritérios da população em 72,4% caracterizando a prevalência da demanda da rodovia por meio do número populacional dos municípios pertencentes a rodovia, como principal agravante. Relacionado ao tipo de revestimento foi notada uma preferência relacionada as rodovias cujo revestimento é inexistente, havendo um empate entre os subcritérios RP e TERRA, em 41,5%.

O decisor AC03 mostra uma visão diferente relacionada as prioridades calculadas, relacionado a economia o subcritério que possui destaque é o IDH, representando a qualidade de vida como um fator de demanda prioritário para rodovia em 64,3%. Com a condição estrutural da rodovia o tipo de revestimento TSD obteve maior peso acompanhado do CBUQ, caracterizando uma preocupação com a malha rodoviária pavimentada existente, cujas maiores

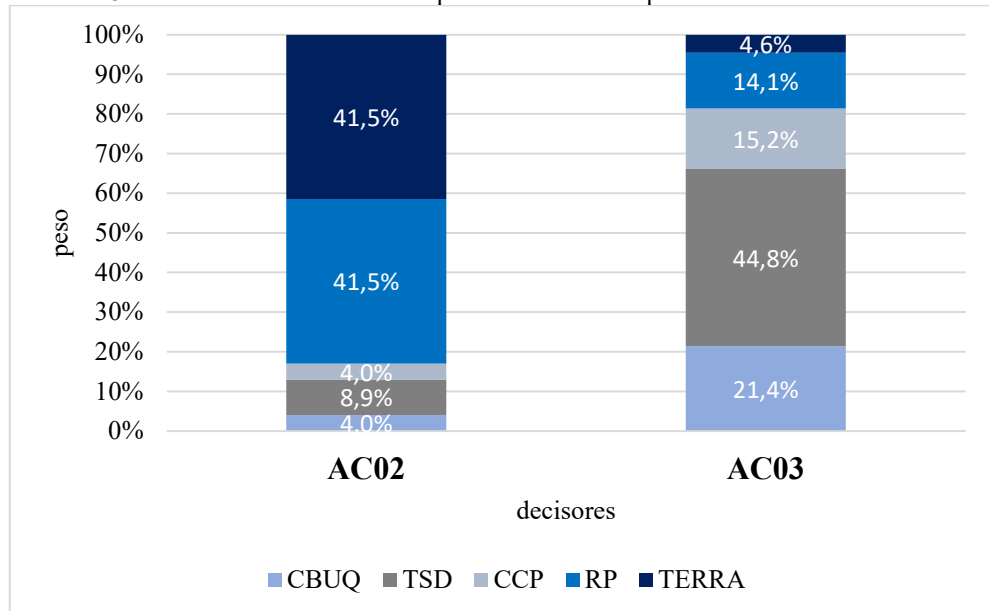
extensões são construídas em TSD e CBUQ, de acordo com dados do SRE. Os resultados dos pesos calculados para o setor acadêmico a partir dos subcritérios estão apresentados no Gráfico 4 e Gráfico 5, respectivamente.

Gráfico 4 - Pesos dos subcritérios da economia por decisor do setor acadêmico.



Fonte: O Autor (2023)

Gráfico 5 - Pesos dos subcritérios do tipo de revestimento por decisor do setor acadêmico.



Fonte: O Autor (2023)



Como consequência da ponderação diferente entre os decisores do setor acadêmico, suas hierarquizações ocorreram de forma a conter nenhum coincidente de rodovia, conforme mostra Tabela 20, abaixo.

Tabela 20 - Distribuição das hierarquias junto as notas finais por decisor do setor acadêmico.

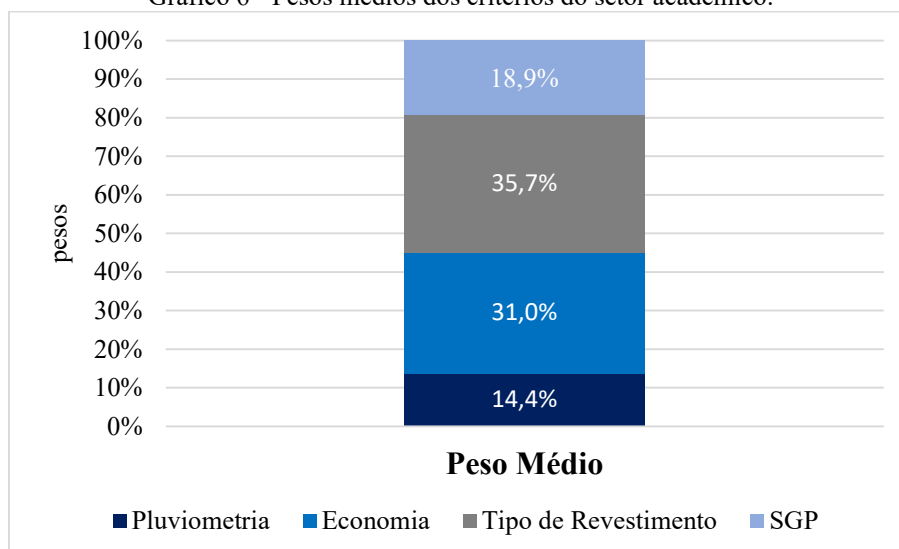
	AC02		AC03	
	Rodovia	Nota	Rodovia	Nota
1º	rodovia-B	3,688	rodovia-D	6,170
2º	rodovia-D	2,934	rodovia-C	5,235
3º	rodovia-A	2,665	rodovia-B	3,758
4º	rodovia-C	2,213	rodovia-A	3,192

Fonte: O Autor (2023)

Buscando um equilíbrio entre as prioridades do setor acadêmico, a relação de pesos médios para critérios, Gráfico 6, apresenta um equilíbrio entre os critérios priorizados por cada decisor, transformando a economia e o tipo de revestimento como os maiores influenciadores da nota final com 31,0% e 35,7% respectivamente.

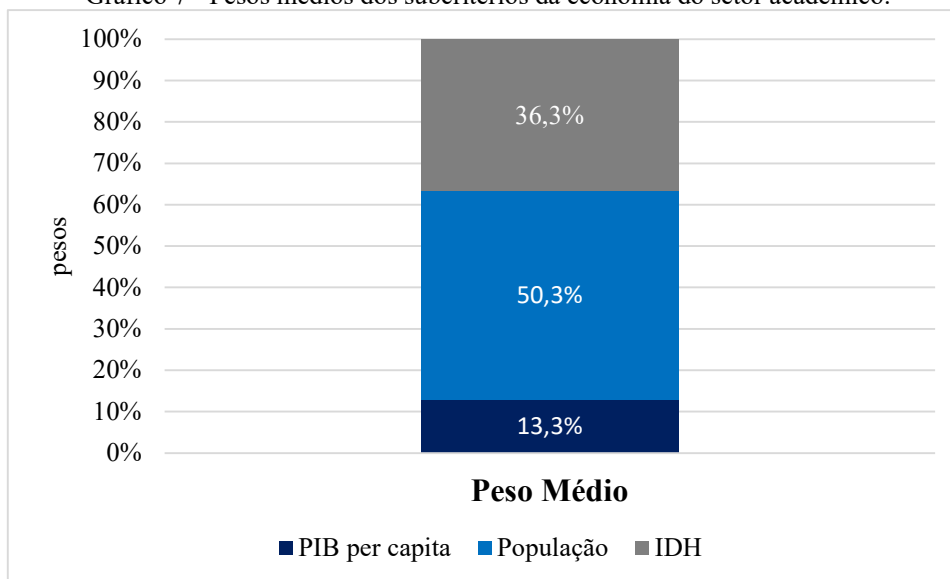
O Gráfico 7 apresenta os pesos médios para os subcritérios do setor acadêmico, juntamente com o Gráfico 8, onde é apresentado um equilíbrio entre os tipos de revestimento TSD e RP com 26,9% e 27,8% respectivamente, dividindo as prioridades em manter a malha atual e implantar novas rodovias não pavimentadas. Dentro do critério economia, o destaque acontece com o subcritério da população, chegando a valer pouco mais da metade do peso total do critério conforme mostra o Gráfico 7, totalizando em 50,3% o peso atribuído a população.

Gráfico 6 - Pesos médios dos critérios do setor acadêmico.



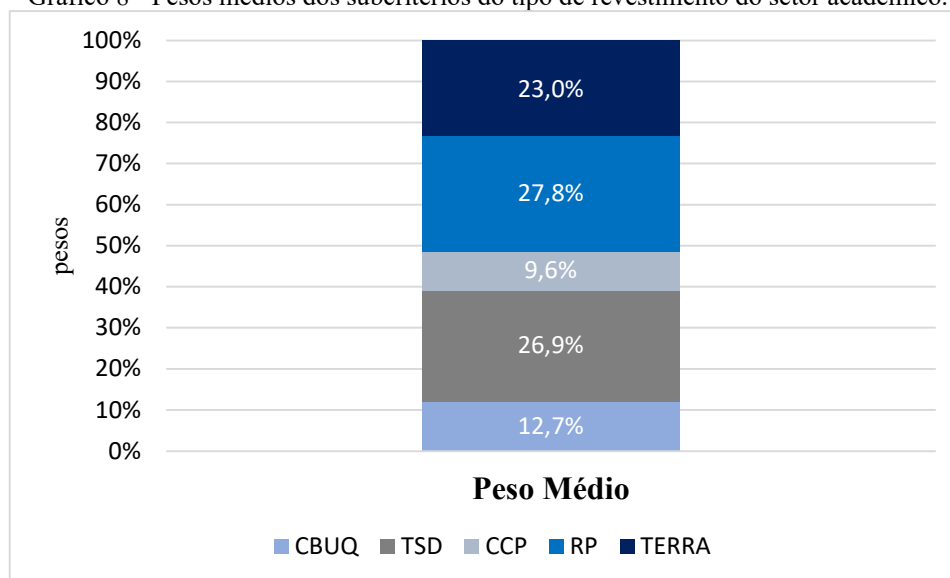
Fonte: O Autor (2023)

Gráfico 7 - Pesos médios dos subcritérios da economia do setor acadêmico.



Fonte: O Autor (2023)

Gráfico 8 - Pesos médios dos subcritérios do tipo de revestimento do setor acadêmico.



Fonte: O Autor (2023)

Para uma análise geral, relacionada a contribuição global de cada subcritério mediante ao valor da nota final da avaliação. Cada subcritério pode ter sua contribuição observada de forma individual (apresentado na Tabela 21) pelos quais os subcritérios do PCI, representado pelo SGP e a população contribuem de maneira mais significativa para a nota final, atingindo

valores de peso global de 18,92% para o PCI e 15,57% para a população, acompanhados pela pluviometria que atingiu 14,44% do peso atribuído global.

Tabela 21 - Pesos dos critérios locais e globais do setor acadêmico.

<b>Critérios e Subcritérios</b>	<b>Peso Local</b>	<b>Peso Global</b>
<b>Pluviometria</b>	<b>14,44%</b>	14,44%
<b>Economia</b>	<b>30,95%</b>	-
PIB per capita	13,35%	4,13%
População	50,32%	15,57%
IDH	36,33%	11,25%
<b>Tipo de Revestimento</b>	<b>35,69%</b>	-
CBUQ	12,70%	4,53%
TSD	26,85%	9,58%
CCP	9,62%	3,43%
RP	27,79%	9,92%
TERRA	23,04%	8,22%
<b>SGP</b>	<b>18,92%</b>	18,92%
<b>Total</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>

Fonte: O Autor (2023)

Por fim, houve um breve equilíbrio entre as notas finais, cujo segundo lugar ficou apenas 0,043 pontos abaixo do primeiro colocado na hierarquização, cuja amplitude máxima das notas foi 0,802 pontos e seu desvio padrão de 0,380.

Tabela 22 - Hierarquia da média do setor acadêmico.

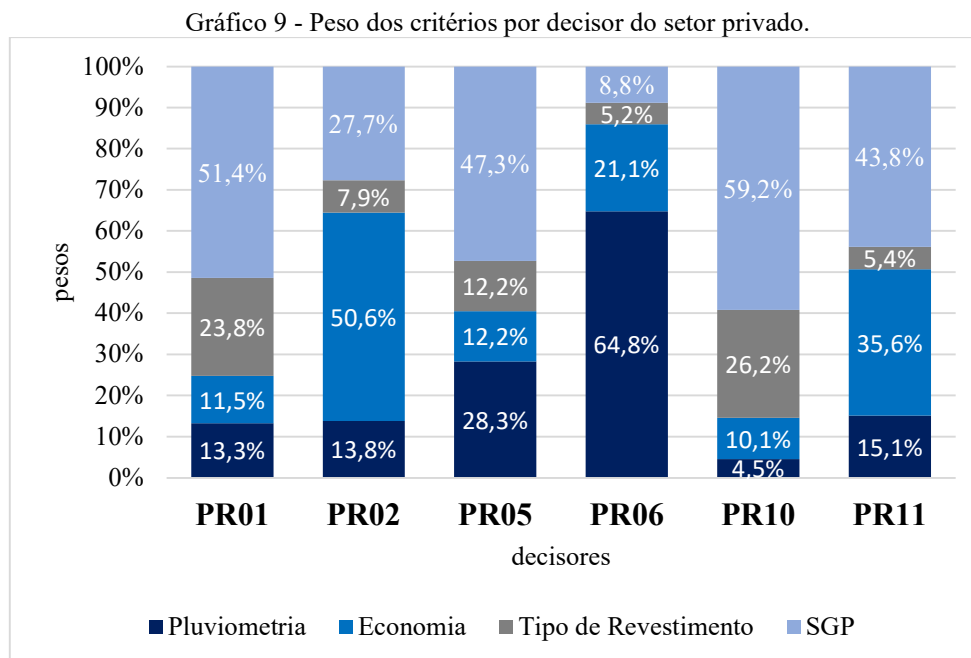
	<b>Rodovia</b>	<b>Nota</b>
<b>1º</b>	rodovia-B	3,265
<b>2º</b>	rodovia-D	3,222
<b>3º</b>	rodovia-A	2,791
<b>4º</b>	rodovia-C	2,463

Fonte: O Autor (2023)

#### 4.3.2 Setor privado

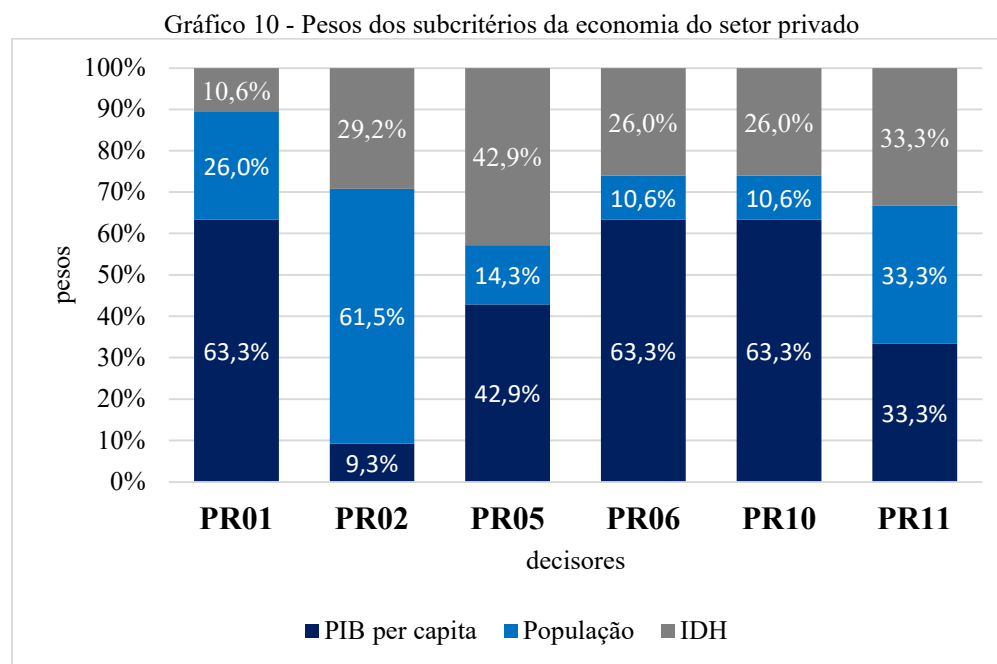
Com análise nos resultados obtidos pelos quatro decisores do setor privado, os dados refletiram sua ótica a respeito da priorização das rodovias no que se refere a ordem de intervenções a serem realizadas pelo estado. Foram realizadas análises individuais e médias em relação ao setor, pelas quais podem ser observadas abordagens semelhantes em relação ao

critério do SGP, de acordo com o Gráfico 9, para os pesos individuais por decisor em relação aos critérios, onde o SGP apresenta um desvio padrão de 17% em relação aos pesos calculados.

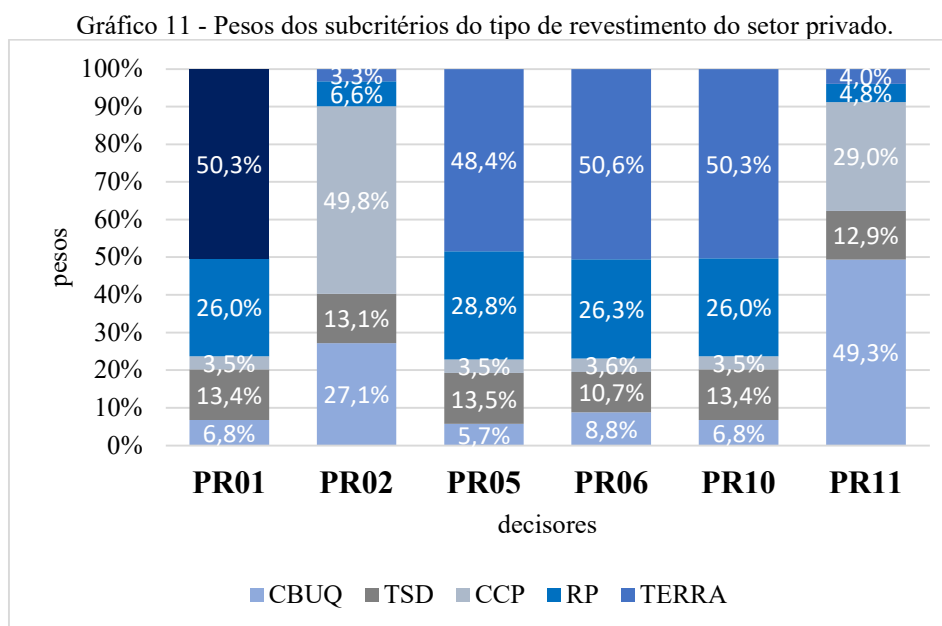


Fonte: O Autor (2023)

No cenário dos subcritérios os decisores, apresentaram uma maior convergência em relação as ponderações no subcritério TSD no tipo de revestimento, mostrado no Gráfico 11, onde foi encontrado o menor desvio padrão de 8,2%. Os resultados seguiram uma mesma escala de valores os quais validam a visão consonante entre as temáticas relacionadas ao tipo de revestimento, caracterizando uma priorização nas rodovias existentes já pavimentadas, a considerar que o TSD representa a maior extensão da malha rodoviária estadual segundo o SRE. Os subcritérios da economia seguiram um certo equilíbrio de pesos atribuídos a população e IDH, os quais serão mais bem observados na relação das médias que será apresentada posteriormente no Gráfico 13.



Fonte: O Autor (2023)



Fonte: O Autor (2023)

Quando analisado as hierarquias individuais dos decisores, destaca-se a sensibilidade do método, relacionado ao julgamento de cada decisor e o quanto isso demonstra a individualidade de cada percepção de urgência. A Tabela 23 e Tabela 24 trazem os resultados das prioridades por cada decisor acompanhada de suas notas finais, pelas quais pode ser observada a variação de ordem causada pela sensibilidade notada nos temas por cada decisor.

Tabela 23 - Distribuição das hierarquias junto as notas finais por decisor do setor privado.

	PR01		PR02		PR05	
	Rodovia	Nota	Rodovia	Nota	Rodovia	Nota
1º	rodovia-B	6,023	rodovia-B	4,843	rodovia-D	5,494
2º	rodovia-D	5,702	rodovia-D	4,364	rodovia-B	5,148
3º	rodovia-C	3,266	rodovia-A	3,587	rodovia-A	3,564
4º	rodovia-A	2,171	rodovia-C	3,085	rodovia-C	3,411

Fonte: O Autor (2023)

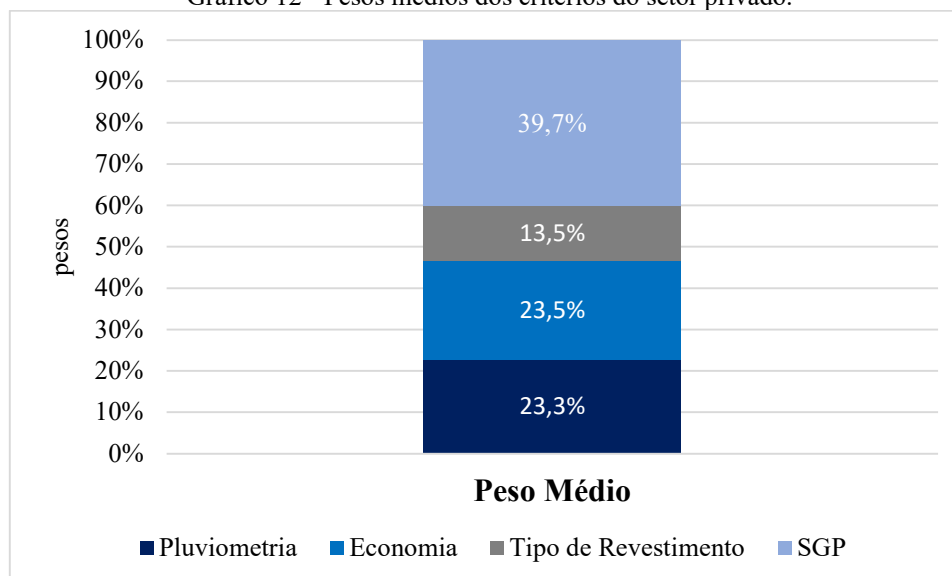
Tabela 24 - Distribuição das hierarquias junto as notas finais por decisor do setor privado.

	PR06		PR10		PR11	
	rodovia	Nota	rodovia	Nota	rodovia	Nota
1º	rodovia-A	7,869	rodovia-D	6,662	rodovia-B	5,763
2º	rodovia-B	2,257	rodovia-B	6,582	rodovia-D	5,695
3º	rodovia-C	1,730	rodovia-C	3,751	rodovia-C	3,584
4º	rodovia-D	1,536	rodovia-A	1,235	rodovia-A	3,503

Fonte: O Autor (2023)

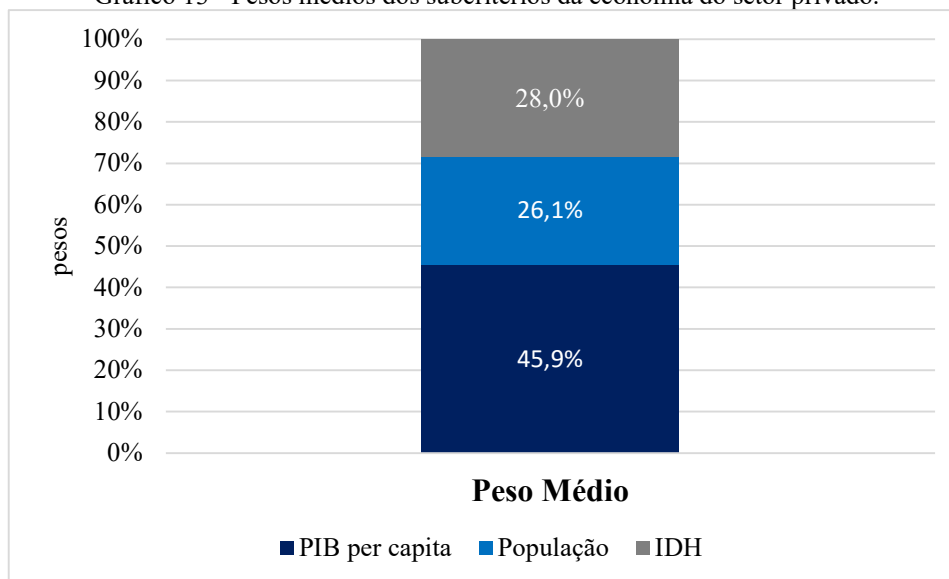
Conforme os resultados individuais foram possíveis, foi também realizada uma análise da média, representando as respostas do setor privado como um todo, em razão disso foram gerados os dados relacionados as médias dos pesos obtidos pelos decisores do segmento, resultando na seguinte ponderação média de critérios e subcritérios, ilustrados no Gráfico 12, Gráfico 13 e Gráfico 14, respectivamente.

Gráfico 12 - Pesos médios dos critérios do setor privado.



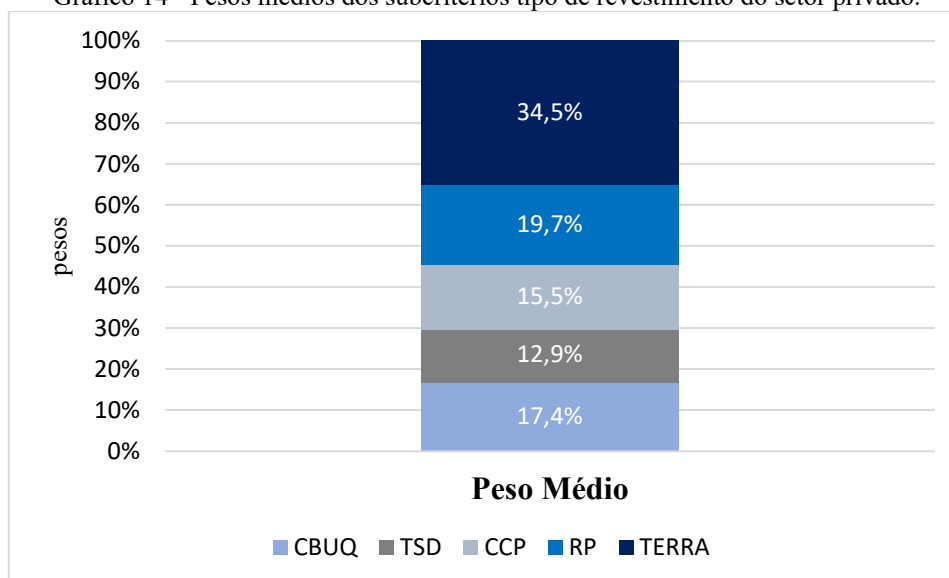
Fonte: O Autor (2023)

Gráfico 13 - Pesos médios dos subcritérios da economia do setor privado.



Fonte: O Autor (2023)

Gráfico 14 - Pesos médios dos subcritérios tipo de revestimento do setor privado.



Fonte: O Autor (2023)

Como pode ser observado no Gráfico 13, o peso do subcritério de PIB per capita supera em 45,9% os pesos adotados nos demais subcritérios dos critérios economia, tornando um fator determinante em relação as questões de demanda das rodovias, pelas quais geram mais

solicitação de uso, relacionados a atividade econômica. No critério tipo de revestimento, fica clara uma certa prioridade em relação as rodovias não pavimentadas, representadas pelo tipo de revestimento TERRA, em segundo lugar na distribuição dos pesos temos o Revestimento Primário (RP), denotando uma certa priorização na ótica do setor privado a respeito das rodovias sem pavimentação.

Ao analisar os pesos numa visão global, destacam-se as participações globais de cada subcritério dentro do cenário geral de priorização, a Tabela 25, traz esses resultados de forma que possam ser apresentadas as maiores contribuições globais dos critérios e subcritérios através da ótica do setor privado.

Tabela 25 - Pesos dos critérios locais e globais do setor privado.

<b>Crítérios e Subcritérios</b>	<b>Peso Local</b>	<b>Peso Global</b>
<b>Pluviometria</b>	<b>23,30%</b>	23,30%
<b>Economia</b>	<b>23,52%</b>	-
PIB per capita	45,91%	10,80%
População	26,07%	6,13%
IDH	28,02%	6,59%
<b>Tipo de Revestimento</b>	<b>13,46%</b>	-
CBUQ	17,42%	2,34%
TSD	12,87%	1,73%
CCP	15,48%	2,08%
RP	19,75%	2,66%
TERRA	34,48%	4,64%
<b>SGP</b>	<b>39,72%</b>	39,72%
<b>Total</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>

Fonte: O Autor (2023)

Como os critérios pluviometria e SGP não possuem divisão em Subcritérios, eles detêm os maiores pesos globais sendo 39,71% atribuído ao SGP e 23,30% a pluviometria, quando comparados com outros subcritérios e sua participação global. Sendo o PCI o fator que mais impacta na ordem de priorização segundo o setor privado, denotando um real destaque as condições atuais das rodovias, visando possíveis programas de M&R.

Desta forma foi obtido a hierarquização média do setor privado, trazendo as rodovias junto a suas notas finais, conforme dados adquiridos do setor privado.

Tabela 26 - Hierarquia da média do setor privado.

<b>Rodovia</b>	<b>Nota</b>
----------------	-------------

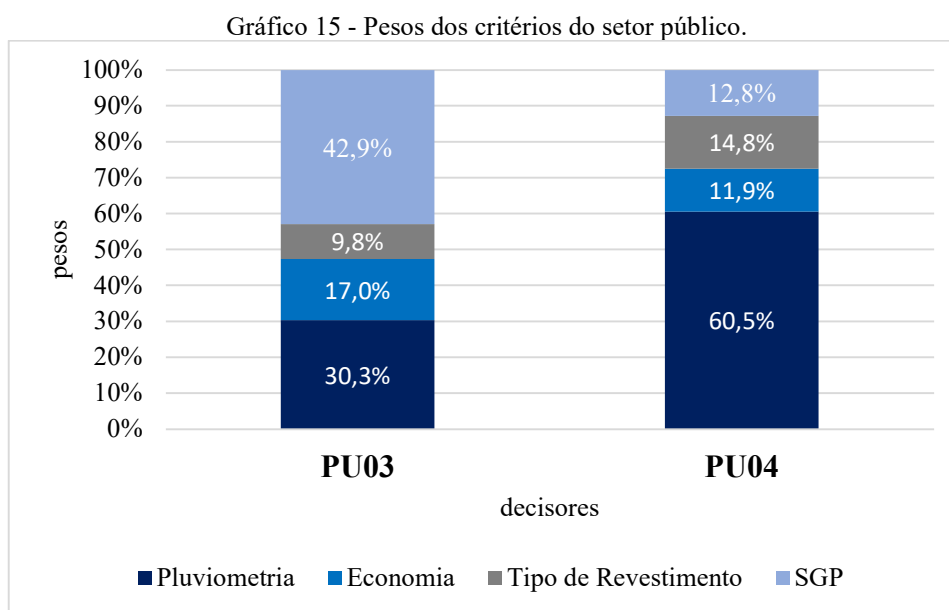


1º	rodovia-B	5,162
2º	rodovia-D	4,885
3º	rodovia-A	3,863
4º	rodovia-C	3,089

Fonte: O Autor (2023)

### 4.3.3 Setor público

A partir dos resultados obtidos dos decisores do setor público, foram notadas através da distribuição dos pesos dos critérios, uma visão diferenciada em relação a pluviometria e SGP. os decisores atribuíram importâncias distintas relacionadas a esses critérios, denotando visões diferentes, contrapartida a isso foi notada uma convergência de valores relacionadas aos critérios de economia e tipo de revestimento, conforme mostrado no Gráfico 15, a qual traz os pesos atribuídos aos critérios pelos decisores do setor público.

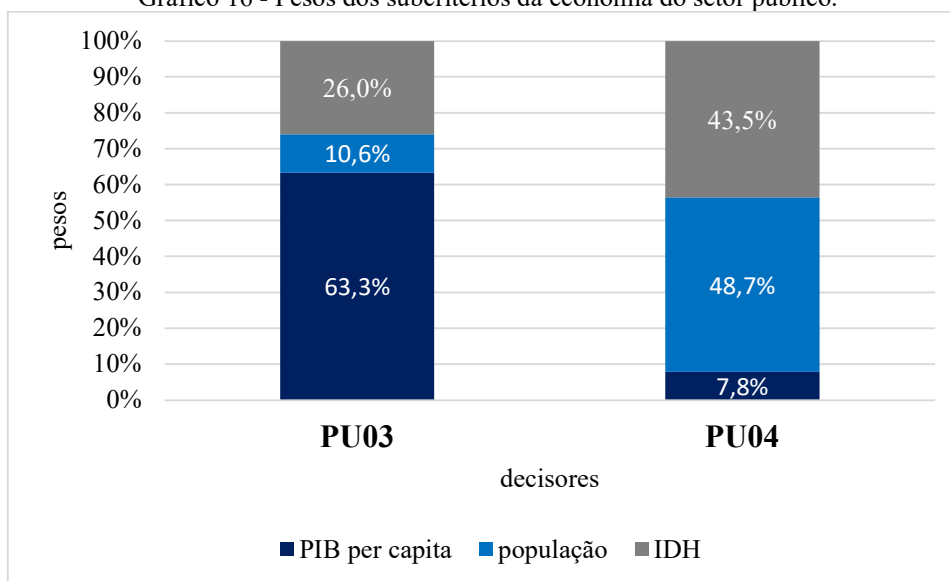


Fonte: O Autor (2023)

As diferenças de ponderações em relação a critérios que estão ligados a atividade de intemperismo em que as rodovias estão sujeitas e as condições atuais do pavimento trazem um indício de visões diferentes em relação a priorização por condição da via.

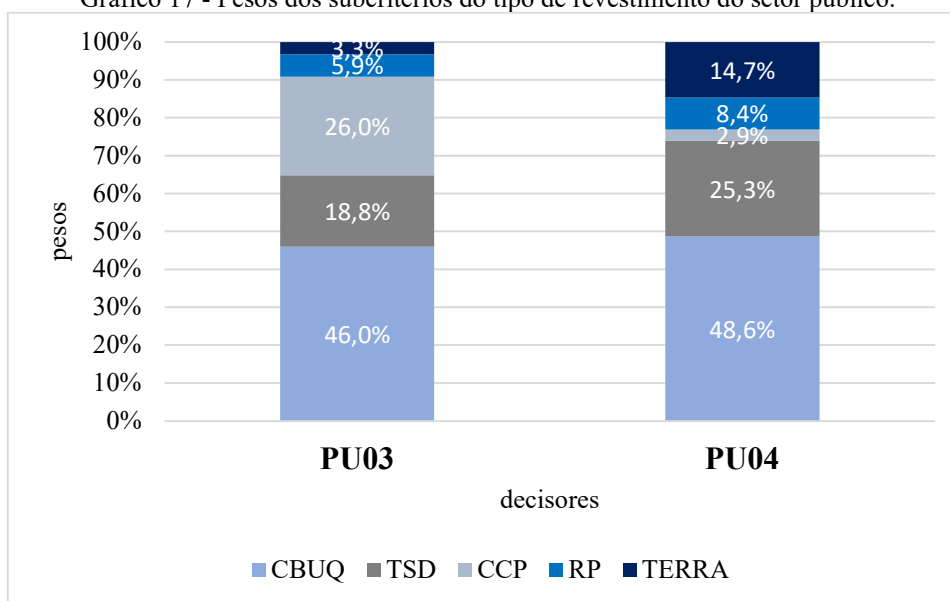
Em relação aos subcritérios existe uma notável preferência em priorizar rodovias cujo tipo de revestimento é o CBUQ. Notoriamente há visões diferentes relacionadas aos subcritérios do critério economia, cujo valores não obedecera a um determinado padrão. Conforme mostra o Gráfico 17, abaixo.

Gráfico 16 - Pesos dos subcritérios da economia do setor público.



Fonte: O Autor (2023)

Gráfico 17 - Pesos dos subcritérios do tipo de revestimento do setor público.



Fonte: O Autor (2023)

No que diz respeito a classificação individual das rodovias, segundo os critérios apresentados acima, as diferenças relacionadas a divergências das ponderações ficam mais evidentes, trazendo apenas uma rodovia com a classificação em comum e notas com uma escala não aproximada, uma em relação a outra, sendo a amplitude das notas do decisor PU03 1,998 e 5,135 para o decisor PU04, de acordo com a Tabela 27.

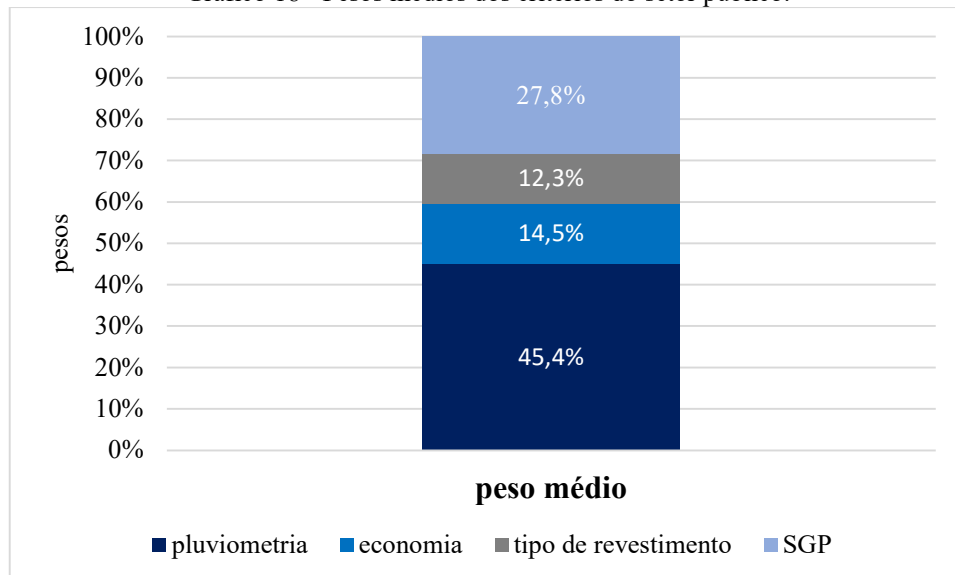
Tabela 27 - Distribuição das hierarquias junto as notas finais por decisor do setor público.

	PU03		PU04	
	Rodovia	Nota	Rodovia	Nota
1º	rodovia-B	5,023	rodovia-A	6,891
2º	rodovia-D	4,948	rodovia-D	2,158
3º	rodovia-A	4,477	rodovia-C	2,037
4º	rodovia-C	3,025	rodovia-B	1,756

Fonte: O Autor (2023)

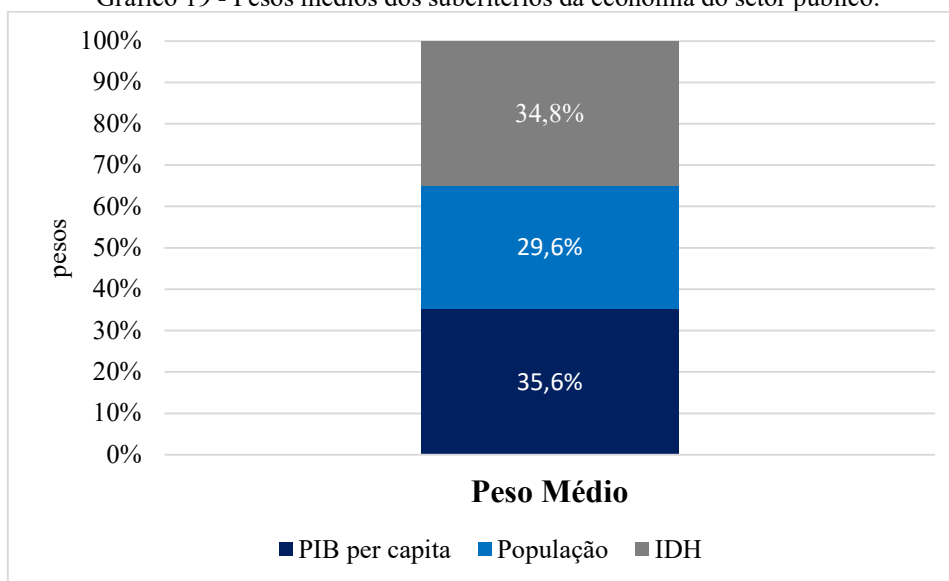
Trazendo os resultados para o âmbito da média dos valores mostrados anteriormente sobre o setor público, foram obtidos os seguintes resultados a respeito das ponderações dos critérios e subcritérios.

Gráfico 18 - Pesos médios dos critérios do setor público.



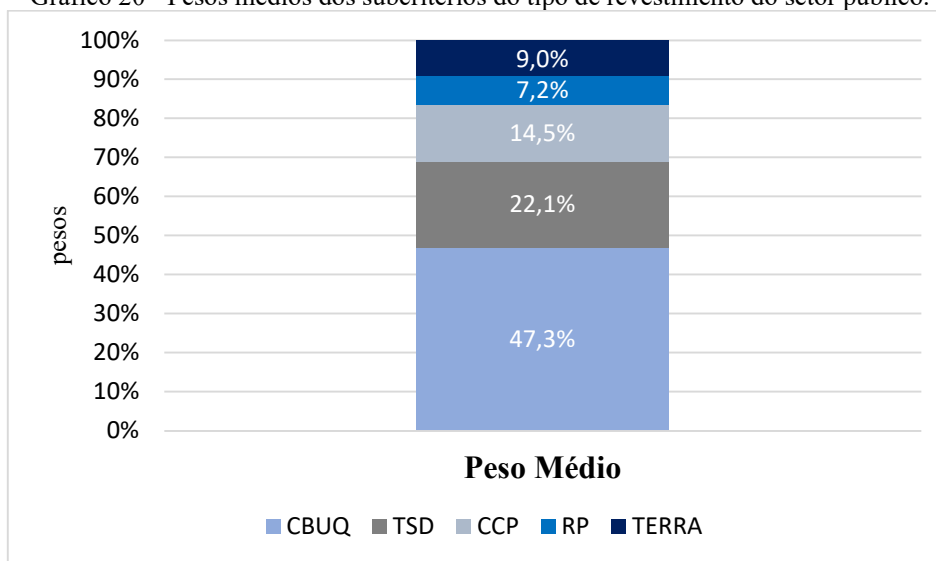
Fonte: O Autor (2023)

Gráfico 19 - Pesos médios dos subcritérios da economia do setor público.



Fonte: O Autor (2023)

Gráfico 20 - Pesos médios dos subcritérios do tipo de revestimento do setor público.



Fonte: O Autor (2023)

Pode ser observado um equilíbrio entre as ponderações dos critérios de economia e tipo de revestimento. Houve um equilíbrio em relação aos subcritérios do critério da economia e foi mantida a preferência por rodovias cujo revestimento em CBUQ acompanhado por rodovias com revestimento em TSD.

Considerando esses dados, uma visão geral das ponderações médias do setor público é melhor apresentada quando expostos suas participações locais e globais em relação ao cálculo da nota final, conforme mostrado na Tabela 28. As condições de intemperismo resultam em

45,43% do peso responsável pela nota final da hierarquização, favorecendo rodovias em regiões com índices pluviométricos mais elevados.

Tabela 28 - Pesos dos critérios locais e globais do setor Público.

<b>Crítérios e Subcritérios</b>	<b>Peso Local</b>	<b>Peso Global</b>
<b>Pluviometria</b>	<b>45,43%</b>	45,43%
<b>Economia</b>	<b>14,48%</b>	-
PIB per capita	35,58%	5,15%
População	29,64%	4,29%
IDH	34,79%	5,04%
<b>Tipo de Revestimento</b>	<b>12,26%</b>	-
CBUQ	47,30%	5,80%
TSD	22,07%	2,71%
CCP	14,48%	1,77%
RP	7,17%	0,88%
TERRA	8,98%	1,10%
<b>SGP</b>	<b>27,84%</b>	27,84%
<b>Total</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>

Fonte: O Autor (2023)

Notória a preocupação dos decisores do setor público, quando analisados os valores médios da ponderação global, a preocupação de manutenção da durabilidade das rodovias já existentes, relacionadas ao quão expostas elas estão ao intemperismo. Com baixos valores médios globais atribuídos as rodovias com tipo de revestimento em RP ou TERRA, mostra que o foco não são as rodovias que ainda não possuem revestimento, voltando a atenção as rodovias já consolidadas cujas ações corretivas são necessárias.

Sendo assim segue abaixo a Tabela 29, apresentando a hierarquização das rodovias segundo os ponderadores médios dos decisores do setor público.

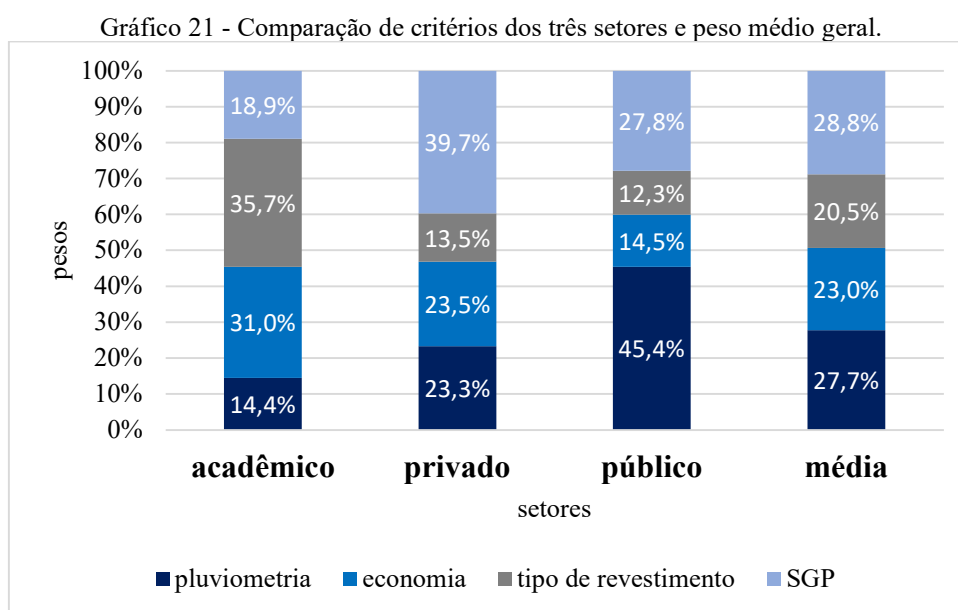
Tabela 29 - Hierarquia da média do setor Público.

	<b>Rodovia</b>	<b>Nota</b>
<b>1º</b>	rodovia-A	5,663
<b>2º</b>	rodovia-D	3,572
<b>3º</b>	rodovia-B	3,351
<b>4º</b>	rodovia-C	2,547

Fonte: O Autor (2023)

#### 4.4 RESULTADOS GERAIS

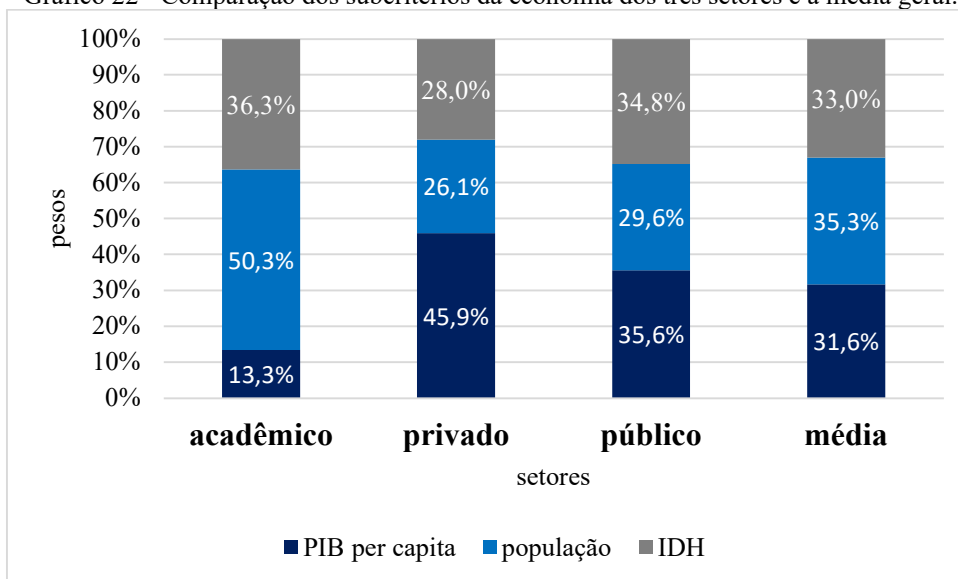
Quando observados os resultados médios dos critérios apresentados no Gráfico 21, é possível realizar uma análise de cada setor em relação à média geral, utilizada para fazer a hierarquização definitiva. O setor acadêmico culminou em dois grupos de priorização com porcentagens próximas, sendo a economia e o tipo de revestimento o primeiro grupo com uma diferença de 4,7% entre eles e a pluviometria e o SGP o segundo grupo, atingindo diferença de 4,5% entre eles. Situação diferente da média geral dos setores que apresentou valores de pesos mais homogêneos entre si. No setor privado as considerações foram mais fortes em relação ao SGP, destaque para os critérios da economia e pluviometria que ficaram próximos de seus respectivos valores na média geral, variando 0,5% para a economia e 4,4% para a pluviometria. O setor público possui um grupo com prioridades menores, composto pelos critérios da economia e tipo de revestimento, em relação ao SGP o setor público trouxe o valor do peso do critério do SGP semelhante a média geral, com diferença de apenas 1,0%.



Fonte: O Autor (2023)

Quando analisados os subcritérios do critério economia, os valores das importâncias do IDH foram semelhantes em ordem de grandeza com seu valor da média geral sendo a menor e maior diferença, 3,3% e 5,0% respectivamente. O mesmo não ocorre com o restante dos subcritérios do critério economia, onde os valores que mais se aproximaram com a média geral foram do subcritério do PIB per capita, cuja menor diferença em relação a média geral foi 4% e a maior resultou em 18,3%. Conforme o Gráfico 22.

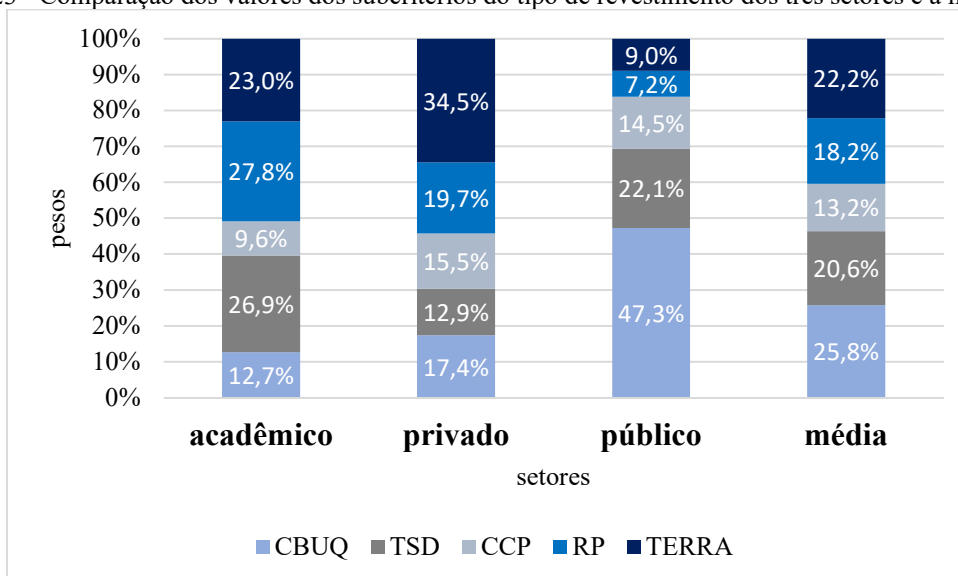
Gráfico 22 - Comparação dos subcritérios da economia dos três setores e a média geral.



Fonte: O Autor (2023)

Para as subcritérios do critério tipo de revestimento, houve uma heterogeneidade entre os pesos atribuídos, principalmente quando comparados com a média geral, a qual apresenta pesos mais distribuídos, com destaque para CBUQ e TERRA que atingiram os maiores valores finais, em 25,8% e 22,2% respectivamente, conforme Gráfico 23.

Gráfico 23 - Comparação dos valores dos subcritérios do tipo de revestimento dos três setores e a média geral.



Fonte: O Autor (2023)

Como resultado geral, são expostos os pesos resultantes, calculados através das médias dos setores participantes do estudo. Vale ressaltar que foram utilizados três segmentos que envolvem as questões de engenharia voltadas ao manutenção da malha rodoviária.

A Tabela 30, traz os resultados dos pesos calculados a partir dos pesos médios de cada setor, homogeneizando as três visões e direcionando um caminho preferencial para o cálculo da nota final da hierarquização das rodovias. Após compilação dos dados foi notado o destaque aos subcritérios da pluviometria e do SGP como atuantes principais da tomada de decisão em relação as rodovias. O estado atual das rodovias, evidenciado pelo PCI e pela exposição das rodovias a agentes intemperismos que degradam e reduzem sua serventia, atingiram valores globais de 27,72% para a pluviometria e 28,83 % para o PCI, totalizando juntos 56,55% do peso global final. Com isso rodovias que estão mais expostas a esses fatores tendem a ter uma prioridade maior em relação as outras.

A distribuição de pesos de critérios seguiu de forma equilibrada, mediante participação, variando entre 20,47% e 28,83%.

Tabela 30 - Pesos dos critérios locais e globais médios.

<b>Crítérios e Subcritérios</b>	<b>Peso Local</b>	<b>Peso Global</b>
<b>Pluviometria</b>	<b>27,72%</b>	27,72%
<b>Economia</b>	<b>22,98%</b>	-
PIB per capita	31,61%	7,27%
População	35,34%	8,12%
IDH	33,05%	7,60%
<b>Tipo de Revestimento</b>	<b>20,47%</b>	-
CBUQ	25,81%	5,28%
TSD	20,60%	4,22%
CCP	13,19%	2,70%
RP	18,24%	3,73%
TERRA	22,17%	4,54%
<b>SGP</b>	<b>28,83%</b>	28,83%
<b>Total</b>	<b>100,00%</b>	<b>100,00%</b>

Fonte: O Autor (2023)

Após fechamento dos pesos médios, foram obtidas as notas finais das rodovias e sua respectiva hierarquização por ordem de importância, de acordo com os entrevistados dos setores acadêmico, privado e público.



Tabela 31 - Hierarquia média dos setores.

<b>Ordem</b>	<b>Rodovia</b>	<b>Nota</b>
<b>1º</b>	<b>rodovia-A</b>	<b>4,300</b>
<b>2º</b>	<b>rodovia-B</b>	<b>4,119</b>
<b>3º</b>	<b>rodovia-D</b>	<b>4,077</b>
<b>4º</b>	<b>rodovia-C</b>	<b>2,880</b>

Fonte: O Autor (2023)

## 5 CONCLUSÃO

O processo de tomada de decisão pode ser tão complexo quanto as suas questões envolvidas, o uso de uma metodologia clara se torna uma importante ferramenta para soluções palpáveis. A apresentação clara e objetiva da problemática envolvida tem sua importância atribuída diretamente aos resultados alcançados, de fato, é necessário validar a compreensão dos decisores a respeito das questões abordadas para garantir uma avaliação assertiva e um resultado coerente com as realidades.

A determinação dos critérios e subcritérios, objetivos e mensuráveis que possibilitaram a relação com às condições existentes na malha rodoviária estadual, pode ser alcançada, após pesquisa de fatores que influenciam a rede rodoviária estadual em relação as suas demandas e condições de uso. Contudo houve certa dificuldade em encontrar parâmetros que categorizassem a malha em relação a seus aspectos considerados na tomada de decisão, devido a escassez de dados mais específicos a respeito das rodovias. A segmentação dos critérios e subcritérios, mediante a isso, passou por um processo de adaptação de forma a possuírem total independência e reflexão direta com a realidade conhecida. Os critérios e subcritérios usados não são fixos, podem variar dependendo da natureza da decisão e principalmente do grupo de decisores responsável pelas análises.

O AHP se mostrou-se, sim, aplicável as rodovias do estado de Pernambuco, por meio da exposição de valores objetivos atribuídos de forma operacional as rodovias, deixando para os decisores a tarefa de classificar e ponderar a distribuição desses dados adquiridos. Por se tratar de um método de simples aplicação, seu uso em um SGP pode viabilizar ações mais assertivas, relacionadas a aplicação de recursos financeiros. A identificação e alocação dos decisores é crucial para a convergência de valores envolvendo cada temática da gestão rodoviária e suas ações afins.

A comparação dos julgamentos realizados pelos especialistas entrevistados dos setores acadêmico, privado e público possibilitou compreender cada ótica envolvida e baseá-las em

suas atuações, como agentes diretos e indiretos na tomada de decisão. Vale ainda ressaltar que a compreensão das abordagens de diferentes grupos a respeito dos mesmos temas, ocasiona o amadurecimento dos fatores envolvidos na temática geral, possibilitando uma visão mais ampla da tratativa relacionada a busca pelo equilíbrio das decisões e definição de prioridades.

Dentre os resultados, pode-se destacar que os decisores do setor acadêmico, como resultado geral consideraram um peso equilibrado entre os critérios da economia e tipo do revestimento, o que leva a uma preferência para a hierarquia das rodovias, que passam por regiões mais populosas e com a qualidade de vida melhor, assim como rodovias cujo revestimento predominante é o RP e TSD, compondo uma visão entre rodovia pavimentada e não pavimentada ao mesmo tempo. Logo a rodovia B foi a primeira na ordem de prioridades do setor acadêmico, por possuir a maior população e apresentar os dois tipos de revestimento, apresentados como prioritários pelo setor, acompanhado da rodovia D, por uma leve diferença na pontuação cuja predominância do tipo de revestimento em RP colaborou para a classificação.

O setor privado trouxe uma visão diferente da acadêmica tornando o critério do SGP, representado pelo PCI, como mais importante na análise média, junto com os valores de PIB, o que favorece rodovias que possuem uma nota de PCI baixa, mediante a seu estado atual, e estão em regiões com fortes atividades econômicas, em contrapartida a isso o tipo de revestimento TERRA prevaleceu entre os pesos do subcritério do tipo de revestimento, o que levanta também uma preocupação com as rodovias não pavimentadas do Estado. Portanto a rodovia B, mais uma vez foi a primeira colocada na ordem de priorização, pois possui a pior condição, quando avaliada pelo PCI, também passando pela região com maior PIB per capita entre as outras rodovias avaliadas, em resumo a ordem de prioridades do setor privado coincidiu com a ordem de prioridades do setor acadêmico, havendo divergência apenas nas notas finais alcançadas para cada rodovia.

O setor público apresentou uma visão de prioridade baseada no critério da pluviometria, acompanhada pelo SGP, compondo pouco mais da metade do peso da pluviometria, na avaliação segundo os decisores do setor público, conforme os subcritérios da economia houve um equilíbrio de pesos entre o PIB per capita, população e IDH, favorecendo um pouco mais as questões relacionadas ao PIB per capita das regiões onde passam as rodovias. Como tipos de revestimento que foram considerados prioritários pelos decisores do setor público, destacam-se as rodovias em CBUQ, o que influenciou o resultado final do das prioridades, cuja rodovia destacada em primeiro lugar foi a rodovia A, por estar situada na região com maiores índices pluviométricos, dentre as regiões usadas no trabalho, assim como metade de sua extensão é em

CBUQ, o que também contribui para a elevação da nota final na avaliação, na priorização do setor público seguem por ordem as rodovias D, B e C.

Como resultado, composto pelas avaliações médias de cada setor, houve uma priorização próxima entre os critérios do SGP e pluviometria com maiores pesos atribuídos, seguidos pelos critérios da população, IDH e tipo de revestimento em CBUQ, pelos quais foi ocasionada a seguinte hierarquização final, composta pelas rodovias A, B, D e C.

## REFERÊNCIAS

AASHTO. AASHTO Guidelines for Pavement Management Systems. American Association of State Highway and Transportation Officials. Washington, DCC/USA, 1990.

AGÊNCIA PERNAMBUCANA DE ÁGUAS E CLIMA – APAC. Precipitação média por município. Disponível em: <<https://www.apac.pe.gov.br/193-climatologia/521-climatologia-por-municipio>>. Acesso em: 02 set. 2023.

AHMED, Sarfaraz; VEDAGIRI, P.; RAO, KV Krishna. Prioritization of pavement maintenance sections using objective based Analytic Hierarchy Process. International Journal of Pavement Research and Technology, v. 10, n. 2, p. 158-170, 2017.

ALBUQUERQUE, F. S. Sistema de gerência de pavimento para departamentos de estradas do nordeste brasileiro. Tese (doutorado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2007.

ANDRADE, Mauricio Oliveira; MAIA, Maria Leonor Alves; NETO, Oswaldo Cavalcanti da Costa Lima. Impactos de investimentos em infraestruturas rodoviárias sobre o desenvolvimento regional no Brasil-possibilidades e limitações. Transportes, v. 23, n. 3, p. 90-99, 2015.

ASTM D6433-11: Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys, West Conshohocken, PA: ASTM International, 2011.

BASE DE DADOS DO ESTADO – BDE. Demografia. Disponível em: <<http://www.bde.pe.gov.br/site/ConteudoRestrito2.aspx?codGrupoMenu=84&codPermissao=5>>. Acesso em: 04 set. 2023.

BASE DE DADOS DO ESTADO – BDE. Índice de Desenvolvimento Humano Municipal. Disponível em: <[http://www.bde.pe.gov.br/visualizacao/Visualizacao\\_formato2.aspx?CodInformacao=785&Cod=3](http://www.bde.pe.gov.br/visualizacao/Visualizacao_formato2.aspx?CodInformacao=785&Cod=3)>. Acesso em: 04 set. 2023.

BASE DE DADOS DO ESTADO – BDE. PIB. Disponível em: <<http://www.bde.pe.gov.br/site/ConteudoRestrito2.aspx?codGrupoMenu=424&codPermissao=5>>. Acesso em: 04 set. 2023.

BERNUCCI, Liedi Bariani et al. Pavimentação Asfáltica: Formação básica para engenheiros. 3ª. ed. Rio de Janeiro: Petrobrás: ABEDA, 20102006. 504 p. ISBN 8585227842.

BERRITTELLA, M. et al. An Analytic Hierarchy Process for the Evaluation of Transport Policies to Reduce Climate Change Impacts. SSRN Electronic Journal, 2007.

DNIT. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. Manual de pavimentação. 3.ed. – Rio de Janeiro, 2006.

DNIT. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Diretoria Executiva. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. Manual de gerência de pavimentos - Rio de Janeiro, 2011

Confederação Nacional do Transporte– CNT. Pesquisa CNT Perfil Empresarial – Transporte Rodoviário de Cargas 2021. Disponível em: <<https://cnt.org.br/documento/5eed5ecf-957b-414a-82ce-80b4f85bf1ba>>. Acesso em: 23 ago. 2023.

COSTA, Bárbara Ribeiro. Avaliação da implantação do dimensionamento de pavimentos flexíveis pelo método MeDiNa no contexto brasileiro. Trabalho de conclusão de curso (Bacharel em Engenharia Civil) – Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2021.

CRUZ, Nathália. Análise do banco de dados atual do sistema de gerência de pavimentos do estado de Pernambuco. Orientador: Reuber Arrais Freire. Monografia (Graduação) – Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2022.

DA COSTA, Thiago Cardoso; BELDERRAIN, Mischel Carmen Neyra. Decisão em grupo em métodos multicritério de apoio à decisão. Anais do 15º Encontro de Iniciação Científica e Pós-Graduação do ITA, 2009.

DANIAL, Moazami et al. The use of analytical hierarchy process in priority rating of pavement maintenance. Scientific Research and Essays, v. 6, n. 12, p. 2447-2456, 2011.

DINIZ, Maria Ingridy Lacerda; SILVA, Aryelle Nayra Azevedo; DE MELO, Ricardo Almeida. Comparação entre índices de condição de pavimentos para proposta de atividades de manutenção e reabilitação em vias urbanas da cidade de João Pessoa–PB. 34º Congresso de Pesquisa e Ensino em Transporte da ANPET, 2020.

DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes NORMA DNIT 008/2003. Diretoria de Planejamento e Pesquisa / IPR. (2003b). Levantamento visual contínuo para avaliação da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos: Procedimento.

DNIT. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. 005/2003-TER. Defeitos nos pavimentos flexíveis e semi-rígidos: terminologia. Ministério dos Transportes, Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes DNIT, Rio de Janeiro, Instituto de Pesquisas Rodoviárias IPR. DNIT 006/2003-PRO.

DNIT. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. 061/2004-TER: pavimento rígido - defeitos: terminologia. Rio de Janeiro: IPR, 2004.

DOS SANTOS, Douglas Freitas Augusto. Pavimentação rodoviária: a recuperação em discussão. Engineering Sciences, v. 7, n. 2, p. 77-85, 2019.

FERREIRA, Bruno Black da Motta; SOBRAL, João Eduardo Canto. Desenvolvimento e implantação de um sistema de gerenciamento de pavimentos na Cidade Universitária da UFPE. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso.

GOMES, E, A. et al. Estudo do Subleito e Dimensionamento do Pavimento Asfáltico do Loteamento Novo Horizonte I no Município de Campinorte-GO. In: XX Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica. Campinas-SP. 2020.

GONÇALVES, F. J. P. O diagnóstico e a manutenção dos pavimentos. Notas de aula. Passo Fundo, RS: outubro 1999.

MACHADO, D, M, C. Avaliação de Normas de Identificação de Defeitos para Fins de Gerência de Pavimentos Flexíveis. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2013.

MARCOLINO, Victor César Bezerra. Análise bibliométrica dos métodos de avaliação de pavimentos rodoviários usando o VOSViewer. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Pernambuco

NAUTIYAL, Akhilesh; SHARMA, Sunil. Methods and factors of prioritizing roads for maintenance: a review for sustainable flexible pavement maintenance program. Innovative infrastructure solutions, v. 7, n. 3, p. 190, 2022.

OLIVEIRA, André Fillippe Farias de. Regimes contratuais alternativos para concessões de infraestruturas: o caso do Arco Metropolitano do Recife. 2019. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.

OLIVEIRA, CA de; BELDERRAIN, Mischel Carmen N. Considerações sobre a obtenção de vetores de prioridades no AHP. Artigo, I IRABIO-XXI ENDIO-XIX EPIO, v. 21, 2008.

PRESTES, M. P. Métodos de Avaliação Visual de Pavimentos Flexíveis: Um estudo comparativo. Mestrado Profissionalizante em Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

RAMADHAN, Rezaqallah H.; AL-ABDUL WAHHAB, Hamad I.; DUFFUAA, Salih O. The use of an analytical hierarchy process in pavement maintenance priority ranking. Journal of Quality in Maintenance Engineering, v. 5, n. 1, p. 25-39, 1999.

SAATY, Roseanna W. The analytic hierarchy process—what it is and how it is used. Mathematical modelling, v. 9, n. 3-5, p. 161-176, 1987.

SAATY, Thomas L. Decision making with the analytic hierarchy process. International journal of services sciences, v. 1, n. 1, p. 83-98, 2008.

SAATY, Thomas L. Decision-making with the AHP: Why is the principal eigenvector necessary. European journal of operational research, v. 145, n. 1, p. 85-91, 2003.

SAATY, Thomas L. Highlights and critical points in the theory and application of the analytic hierarchy process. European journal of operational research, v. 74, n. 3, p. 426-447, 1994.

SAATY, Thomas L.; OZDEMIR, Mujgan S. Why the magic number seven plus or minus two. *Mathematical and computer modelling*, v. 38, n. 3-4, p. 233-244, 2003.

SAATY, Thomas L.; VARGAS, Luis G. Dispersion of group judgments. *Mathematical and Computer Modelling*, v. 46, n. 7-8, p. 918-925, 2007.

VIEIRA, Gabriela Heimbach. Análise e comparação dos métodos de decisão multicritério AHP Clássico e Multiplicativo. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação)—Instituto Tecnológico de Aeronáutica, 2006.

ZANCHETTA, Fábio. Sistema de gerência de pavimentos urbanos: avaliação de campo, modelo de desempenho e análise econômica. 2017. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

## APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO

### QUESTIONÁRIO DE APLICAÇÃO DO MÉTODO AHP

Prezado(a) avaliador(a),

Venho por meio desta solicitar sua contribuição para o Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Civil pela Universidade Federal de Pernambuco, cujo intuito é a aplicação do Método Multicritério de Apoio a Decisão (MMAD) na hierarquização das rodovias do Estado de Pernambuco.

Desse modo, solicita-se sua contribuição no apoio quanto à disponibilização do conhecimento que possui e sua importância no cenário do debate. O preenchimento é dividido em duas etapas:

**Etapa I:** Preenchimento dos dados de identificação; apresentação sintética de critérios identificados como relevantes a hierarquizar em uma decisão administrativa como passo inicial para o objetivo ora exposto; realização dos julgamentos paritários entre todos os critérios.

**Etapa II:** Apresentação sintética de subcritérios identificados como relevantes componentes dos critérios identificados na Etapa I a hierarquizar; realização dos julgamentos paritários entre todos os critérios e subcritérios.

#### ETAPA I

Nome: \_\_\_\_\_

Cargo/Função atual: \_\_\_\_\_

Setor Acadêmico ( )      Setor Privado ( )      Setor Público ( )

A partir das instruções apresentadas na Tabela I, é solicitado o preenchimento das células  $a_{ij}$ , das Tabelas II, III e IV, de modo que cada uma delas represente o nível de importância da dimensão **i (linha)** relativamente à dimensão **j (coluna)**. Os níveis de importância relativos podem ser caracterizados por valores numéricos conforme a escala fundamental de Saaty a seguir, que utilizaremos nesta consulta.

**Tabela I: Instruções para preenchimento de acordo com a importância dos critérios**

Avaliação do julgador	Valor a lançar na célula $a_{ij}$
A dimensão i é <b>extremamente mais</b> importante que a dimensão j	9
A dimensão i é <b>muito mais</b> importante que a dimensão j	7
A dimensão i é <b>bem mais</b> importante que a dimensão j	5
A dimensão i é um <b>pouco mais</b> importante que a dimensão j	3
A dimensão i tem a <b>mesma</b> importância da dimensão j	1
A dimensão i é um <b>pouco menos</b> importante que a dimensão j	1/3
A dimensão i é <b>bem menos</b> importante que a dimensão j	1/5
A dimensão i é <b>muito menos</b> importante que a dimensão j	1/7
A dimensão i é <b>extremamente menos</b> importante que a dimensão j	1/9



**OBSERVAÇÃO:** Os valores intermediários 8, 6, 4, 2, 1/2, 1/4, 1/6 e 1/8 podem ser utilizados, sempre que o avaliador estiver em dúvida quanto à utilização apenas dos ímpares e seus recíprocos.

No campo decisório foram identificados os seguintes critérios (que deverão ser comparados sob a influência imposta por características como: climáticas, estruturais e de demanda):

**1 – Pluviometria:** Pluviometria média anual dos últimos 10 anos, que representa a velocidade de degradação da rodovia devido à exposição ao intemperismo. A Pluviometria de cada rodovia já é conhecida e será utilizado para atribuição direta das notas de cada objeto, sendo desnecessário seu desmembramento em subcritérios.

**2 – Economia:** Dados econômicos e populacionais que representam a demanda de uso da rodovia.

**3 – Tipo de Revestimento:** Representa os diferentes materiais e métodos construtivos que são utilizados nas camadas de revestimento do pavimento.

**4 – SGP:** O SGP (Sistema de Gerência de Pavimentos), consiste numa análise das rodovias sob diversos aspectos, com *PCI* (*Pavement Condition Index* ou Índice de Condição de Pavimento), ponderado obtido através de coleta de dados *in loco*, pesquisas e levantamentos em bases de dados oficiais e aplicação de metodologias normativas quanto à caracterização técnica. O *PCI* de cada rodovia já é conhecido e será utilizado para atribuição direta das notas de cada objeto, sendo desnecessário seu desmembramento em subcritérios.

Conhecida as instruções junto a síntese dos critérios identificados como relevantes a hierarquizar, solicita-se preencher a Tabela II a seguir com o julgamento de importância relativa par a par, para cada critério citado, expressando sua opinião ao analisar o objetivo do *case* proposto. No caso deste método, não se faz necessário preencher as células em fundo cinza.

**Tabela II: Matriz de julgamento das importâncias relativas (Método AHP)**

Dimensões	Pluviometria	Economia	Tipo de Revestimento	SGP
Pluviometria	1			
Economia		1		
Tipo de Revestimento			1	
SGP				1

## ETAPA II

Agora se faz necessário dar pesos aos **subcritérios** dispostos nas Tabelas III e IV. Cada subcritério deverá ser julgado par a par de acordo a importância relativa.

**Pluviometria:** (Critério objetivo, ao qual não foi necessária a divisão em subcritérios)

**Economia:**

- **PIB per capita:** Razão entre o Produto Interno Bruto do município pela quantidade de habitantes;
- **População:** Número de habitantes do município;
- **IDH:** Índice de Desenvolvimento Humano no município.

**Tabela III: Matriz de subcritérios relativos a Economia**

Economia	PIB per capita	População	IDH
PIB per capita	1		
População		1	
IDH			1

**Tipo de Revestimento:**

- **CBUQ:** Concreto Betuminoso Usinado a Quente;
- **TSD:** Tratamento Superficial Duplo;
- **CCP:** Concreto de Cimento Portland;
- **RP:** Revestimento Primário;
- **TERRA:** Rodovia em estado de Leito Natural (LN), conforme SRE (Sistema de Rodoviário Estadual).

**Tabela IV: Matriz de subcritérios relativos ao Tipo de Revestimento**

Tipo de Revestimento	CBUQ	TSD	CCP	RP	TERRA
CBUQ	1				
TSD		1			
CCP			1		
RP				1	
TERRA					1

**SGP:** (Critério objetivo, ao qual não foi necessária a divisão em subcritérios)

Agradeço por sua contribuição.



AC01 : Acadêmico 01

Atribuição de Saaty					Normalização						Autovetores				Autovalores		Análise de Consistência		
Dimensões	Pluviometria	Economia	Tipo de Revestimento	SGP	Dimensões	Pluviometria	Economia	Tipo de Revestimento	SGP	Σ	Dimensões	Σ normal	Σ caract.	Autovetor	Dimensões	Vetor	Dimensões		
Pluviometria	1,00	0,20	1,00	1,00	Pluviometria	0,13	0,12	0,08	0,19	0,52	Pluviometria	0,52	4,00	0,13	Pluviometria	0,53	λ	4,11	
Economia	5,00	1,00	7,00	3,00	Economia	0,63	0,60	0,58	0,56	2,37	Economia	2,37	4,00	0,59	Economia	2,43	n	4,00	
Tipo de Revestimento	1,00	0,14	1,00	0,33	Tipo de Revestimento	0,13	0,09	0,08	0,06	0,36	Tipo de Revestimento	0,36	4,00	0,09	Tipo de Revestimento	0,37	IC	0,04	Índice de Consistência
SGP	1,00	0,33	3,00	1,00	SGP	0,13	0,20	0,25	0,19	0,76	SGP	0,76	4,00	0,19	SGP	0,78	IR	0,90	Índice de Consistência Aleatória
Σ	8,00	1,68	12,00	5,33						Σ	4,00		Σ	1,00	λ	4,11	TC	0,03	Taxa de Consistência

Atribuição de Saaty					Normalização					Autovetores				Autovalores		Análise de Consistência		
Economia	Dimensões	PIB per capita	População	IDH	Dimensões	PIB per capita	População	IDH	Σ	Dimensões	Σ normal	Σ caract.	Autovetor	Dimensões	Vetor	Dimensões		
	PIB per capita	1,00	0,33	0,50	PIB per capita	0,17	0,20	0,11	0,48	PIB per capita	0,48	3,00	0,16	PIB per capita	0,48	λ	3,07	
	População	3,00	1,00	3,00	População	0,50	0,60	0,67	1,77	População	1,77	3,00	0,59	População	1,82	n	3,00	
	IDH	2,00	0,33	1,00	IDH	0,33	0,20	0,22	0,76	IDH	0,76	3,00	0,25	IDH	0,77	IC	0,04	Índice de Consistência
																IR	0,58	Índice de Consistência Aleatória
	Σ	6,00	1,67	4,50					Σ	3	Σ	1		λ	3,07	TC	0,06	Taxa de Consistência
																Validação (≤0,10)		CONSISTENTE

Atribuição de Saaty							Normalização							Autovetores				Autovalores		Análise de Consistência		
Tipo de Revestimento	Dimensões	CBUQ	TSD	CCP	RP	TERRA	Dimensões	CBUQ	TSD	CCP	RP	TERRA	Σ	Dimensões	Σ normal	Σ caract.	Autovetor	Dimensões	Vetor	Dimensões		
	CBUQ	1,00	0,33	5,00	3,00	3,00	CBUQ	0,21	0,18	0,35	0,29	0,17	1,19	CBUQ	1,19	5,00	0,24	CBUQ	1,51	λ	5,95	
	TSD	3,00	1,00	7,00	5,00	5,00	TSD	0,62	0,53	0,49	0,48	0,28	2,40	TSD	2,40	5,00	0,48	TSD	2,87	n	5,00	
	CCP	0,20	0,14	1,00	1,00	7,00	CCP	0,04	0,08	0,07	0,10	0,39	0,67	CCP	0,67	5,00	0,13	CCP	0,74	IC	0,24	Índice de Consistência
	RP	0,33	0,20	1,00	1,00	2,00	RP	0,07	0,11	0,07	0,10	0,11	0,45	RP	0,45	5,00	0,09	RP	0,52	IR	1,12	Índice de Consistência Aleatória
	TERRA	0,33	0,20	0,14	0,50	1,00	TERRA	0,07	0,11	0,01	0,05	0,06	0,29	TERRA	0,29	5,00	0,06	TERRA	0,30	TC	0,21	Taxa de Consistência
																				Validação (≤0,10)		INCONSISTENTE
	Σ	4,87	1,88	14,14	10,50	18,00							Σ	5,00	Σ	1,00		λ	5,95			

AC02 : Acadêmico 02

Atribuição de Saaty					Normalização						Autovetores				Autovalores		Análise de Consistência			
Dimensões	Pluviometria	Economia	Tipo de Revestimento	SGP	Dimensões	Pluviometria	Economia	Tipo de Revestimento	SGP	Σ	Dimensões	Σ normal	Σ caract.	Autovetor	Dimensões	Vetor	Dimensões			
Pluviometria	1,00	3,00	0,33	2,00	Pluviometria	0,21	0,25	0,20	0,19	0,85	Pluviometria	0,85	4,00	0,21	Pluviometria	0,90	λ	4,29		
Economia	0,33	1,00	0,20	0,33	Economia	0,07	0,08	0,12	0,03	0,30	Economia	0,30	4,00	0,08	Economia	0,31	n	4,00		
Tipo de Revestimento	3,00	5,00	1,00	7,00	Tipo de Revestimento	0,62	0,42	0,60	0,68	2,31	Tipo de Revestimento	2,31	4,00	0,58	Tipo de Revestimento	2,53	IC	0,10	Índice de Consistência	
SGP	0,50	3,00	0,14	1,00	SGP	0,10	0,25	0,09	0,10	0,54	SGP	0,54	4,00	0,13	SGP	0,55	IR	0,90	Índice de Consistência Aleatória	
Σ	4,83	12,00	1,68	10,33						Σ	4,00		Σ	1,00		λ	4,29	TC	0,10	Taxa de Consistência
																	Validação (≤0,10)		CONSISTENTE	

Atribuição de Saaty					Normalização					Autovetores				Autovalores		Análise de Consistência				
Economia	Dimensões	PIB per capita	População	IDH	Dimensões	PIB per capita	População	IDH	Σ	Dimensões	Σ normal	Σ caract.	Autovetor	Dimensões	Vetor	Dimensões				
	PIB per capita	1,00	0,20	3,00	PIB per capita	0,16	0,15	0,27	0,58	PIB per capita	0,58	3,00	0,19	PIB per capita	0,59	λ	3,11	Índice de Consistência		
	População	5,00	1,00	7,00	População	0,79	0,74	0,64	2,17	População	2,17	3,00	0,72	População	2,27	n	3,00			
	IDH	0,33	0,14	1,00	IDH	0,05	0,11	0,09	0,25	IDH	0,25	3,00	0,08	IDH	0,25	IC	0,06			
	Σ	6,33	1,34	11,00						Σ	3				Σ	1	λ	3,11	IR	0,58
																	TC	0,09	Taxa de Consistência	
																	Validação (≤0,10)		CONSISTENTE	

Atribuição de Saaty							Normalização							Autovetores				Autovalores		Análise de Consistência		
Tipo de Revestimento	Dimensões	CBUQ	TSD	CCP	RP	TERRA	Dimensões	CBUQ	TSD	CCP	RP	TERRA	Σ	Dimensões	Σ normal	Σ caract.	Autovetor	Dimensões	Vetor	Dimensões		
	CBUQ	1,00	0,33	1,00	0,11	0,11	CBUQ	0,04	0,02	0,04	0,05	0,05	0,20	CBUQ	0,20	5,00	0,04	CBUQ	0,20	λ	5,22	
	TSD	3,00	1,00	3,00	0,14	0,14	TSD	0,13	0,06	0,13	0,06	0,06	0,45	TSD	0,45	5,00	0,09	TSD	0,45	n	5,00	
	CCP	1,00	0,33	1,00	0,11	0,11	CCP	0,04	0,02	0,04	0,05	0,05	0,20	CCP	0,20	5,00	0,04	CCP	0,20	IC	0,05	Índice de Consistência
	RP	9,00	7,00	9,00	1,00	1,00	RP	0,39	0,45	0,39	0,42	0,42	2,08	RP	2,08	5,00	0,42	RP	2,18	IR	1,12	Índice de Consistência Aleatória
	TERRA	9,00	7,00	9,00	1,00	1,00	TERRA	0,39	0,45	0,39	0,42	0,42	2,08	TERRA	2,08	5,00	0,42	TERRA	2,18	TC	0,04	Taxa de Consistência
	Σ	23,00	15,67	23,00	2,37	2,37							Σ	5,00		Σ	1,00		λ	5,22	Validação (≤0,10)	CONSISTENTE

Critério	Peso Critério	Subcritério	Peso Subcritério	Avaliação (0 - 10)				Nota Final			
				Rodovias				Rodovias			
				Rodovia-A	Rodovia-B	Rodovia-C	Rodovia-D	Rodovia-A	Rodovia-B	Rodovia-C	Rodovia-D
Pluviometria	0,21	Pluviometria	1	10	0	1	0	2,123	0,000	0,212	0,000
Economia	0,08	PIB per capita	0,19	8	9	0	0	0,117	0,132	0,000	0,000
		População	0,72	3	6	0	0	0,165	0,330	0,000	0,000
		IDH	0,08	4	0	10	10	0,025	0,000	0,063	0,063
Tipo de Revestimento	0,58	CBUQ	0,04	5	0	0	4	0,117	0,000	0,000	0,093
		TSD	0,09	0	2	6	0	0,000	0,103	0,309	0,000
		CCP	0,04	5	0	0	0	0,117	0,000	0,000	0,000
		RP	0,42	0	8	4	6	0,000	1,918	0,959	1,439
		TERRA	0,42	0	0	0	0	0,000	0,000	0,000	0,000
SGP	0,13	PCI	1	0	9	5	10	0,000	1,205	0,669	1,339
							Nota Final	2,665	3,688	2,213	2,934
							Hierarquia	3	1	4	2

HIERARQUIZAÇÃO	
Ordem	Rodovia
1	Rodovia-B
2	Rodovia-D
3	Rodovia-A
4	Rodovia-C

AC03 : Acadêmico 03

Atribuição de Saaty					Normalização						Autovetores				Autovalores		Análise de Consistência			
Dimensões	Pluviometria	Economia	Tipo de Revestimento	SGP	Dimensões	Pluviometria	Economia	Tipo de Revestimento	SGP	Σ	Dimensões	Σ normal	Σ caract.	Autovetor	Dimensões	Vetor	Dimensões			
Pluviometria	1,00	0,20	0,33	0,33	Pluviometria	0,08	0,12	0,04	0,07	0,31	Pluviometria	0,31	4,00	0,08	Pluviometria	0,31	λ	4,27		
Economia	5,00	1,00	5,00	3,00	Economia	0,42	0,58	0,54	0,64	2,17	Economia	2,17	4,00	0,54	Economia	2,34	n	4,00		
Tipo de Revestimento	3,00	0,20	1,00	0,33	Tipo de Revestimento	0,25	0,12	0,11	0,07	0,54	Tipo de Revestimento	0,54	4,00	0,14	Tipo de Revestimento	0,56	IC	0,09	Índice de Consistência	
SGP	3,00	0,33	3,00	1,00	SGP	0,25	0,19	0,32	0,21	0,98	SGP	0,98	4,00	0,24	SGP	1,06	IR	0,90	Índice de Consistência Aleatória	
Σ	12,00	1,73	9,33	4,67						Σ	4,00		Σ	1,00		λ	4,27	TC	0,09	Taxa de Consistência
																	Validação (≤0,10)	CONSISTENTE		

Atribuição de Saaty					Normalização					Autovetores				Autovalores		Análise de Consistência			
Economia	Dimensões	PIB per capita	População	IDH	Dimensões	PIB per capita	População	IDH	Σ	Dimensões	Σ normal	Σ caract.	Autovetor	Dimensões	Vetor	Dimensões			
	PIB per capita	1,00	0,20	0,14	PIB per capita	0,08	0,05	0,10	0,22	PIB per capita	0,22	3,00	0,07	PIB per capita	0,22	λ	3,10		
	População	5,00	1,00	0,33	População	0,38	0,24	0,23	0,85	População	0,85	3,00	0,28	População	0,87	n	3,00		
	IDH	7,00	3,00	1,00	IDH	0,54	0,71	0,68	1,93	IDH	1,93	3,00	0,64	IDH	2,01	IC	0,05	Índice de Consistência	
																IR	0,58	Índice de Consistência Aleatória	
	Σ	13,00	4,20	1,48					Σ	3		Σ	1		λ	3,10	TC	0,08	Taxa de Consistência
																Validação (≤0,10)		CONSISTENTE	

Atribuição de Saaty							Normalização							Autovetores				Autovalores		Análise de Consistência		
Tipo de Revestimento	Dimensões	CBUQ	TSD	CCP	RP	TERRA	Dimensões	CBUQ	TSD	CCP	RP	TERRA	Σ	Dimensões	Σ normal	Σ caract.	Autovetor	Dimensões	Vetor	Dimensões		
	CBUQ	1,00	0,33	1,00	3,00	5,00	CBUQ	0,18	0,16	0,12	0,37	0,24	1,07	CBUQ	1,07	5,00	0,21	CBUQ	1,17	λ	5,47	
	TSD	3,00	1,00	5,00	3,00	5,00	TSD	0,54	0,48	0,61	0,37	0,24	2,24	TSD	2,24	5,00	0,45	TSD	2,50	n	5,00	
	CCP	1,00	0,20	1,00	1,00	5,00	CCP	0,18	0,10	0,12	0,12	0,24	0,76	CCP	0,76	5,00	0,15	CCP	0,83	IC	0,12	Índice de Consistência
	RP	0,33	0,33	1,00	1,00	5,00	RP	0,06	0,16	0,12	0,12	0,24	0,70	RP	0,70	5,00	0,14	RP	0,74	IR	1,12	Índice de Consistência Aleatória
	TERRA	0,20	0,20	0,20	0,20	1,00	TERRA	0,04	0,10	0,02	0,02	0,05	0,23	TERRA	0,23	5,00	0,05	TERRA	0,24	TC	0,10	Taxa de Consistência
	Σ	5,53	2,07	8,20	8,20	21,00							Σ	5,00		Σ	1,00		λ	5,47	Validação (≤0,10) <b>CONSISTENTE</b>	

Critério	Peso Critério	Subcritério	Peso Subcritério	Avaliação (0 - 10)				Nota Final			
				Rodovias				Rodovias			
				Rodovia-A	Rodovia-B	Rodovia-C	Rodovia-D	Rodovia-A	Rodovia-B	Rodovia-C	Rodovia-D
Pluviometria	0,08	Pluviometria	1	10	0	1	0	0,765	0,000	0,076	0,000
Economia	0,54	PIB per capita	0,07	8	9	0	0	0,320	0,361	0,000	0,000
		População	0,28	3	6	0	0	0,461	0,922	0,000	0,000
		IDH	0,64	4	0	10	10	1,398	0,000	3,494	3,494
Tipo de Revestimento	0,14	CBUQ	0,21	5	0	0	4	0,145	0,000	0,000	0,116
		TSD	0,45	0	2	6	0	0,000	0,122	0,365	0,000
		CCP	0,15	5	0	0	0	0,103	0,000	0,000	0,000
		RP	0,14	0	8	4	6	0,000	0,153	0,077	0,115
		TERRA	0,05	0	0	0	0	0,000	0,000	0,000	0,000
SGP	0,24	PCI	1	0	9	5	10	0,000	2,201	1,223	2,445
							Nota Final	3,192	3,758	5,235	6,170
							Hierarquia	4	3	2	1

HIERARQUIZAÇÃO	
Ordem	Rodovia
1	Rodovia-D
2	Rodovia-C
3	Rodovia-B
4	Rodovia-A



PR01 : Privado 01

tribuição de Saaty					Normalização						Autovetores				Autovalores		Análise de Consistência		
Dimensões	Pluviometria	Economi a	Tipo de Revestiment o	SGP	Dimensões	Pluviometri a	Economi a	Tipo de Revestiment o	SGP	Σ	Dimensões	Σ norma l	Σ caract .	Autoveto r	Dimensões	Veto r	Dimensõe s		
Pluviometria	1,00	2,00	0,33	0,20	Pluviometria	0,11	0,25	0,07	0,11	0,53	Pluviometria	0,53	4	0,13	Pluviometria	0,54	λ	4,29	
Economia	0,50	1,00	0,50	0,33	Economia	0,05	0,13	0,10	0,18	0,46	Economia	0,46	4	0,11	Economia	0,47	n	4,00	
Tipo de Revestimento	3,00	2,00	1,00	0,33	Tipo de Revestiment o	0,32	0,25	0,21	0,18	0,95	Tipo de Revestiment o	0,95	4	0,24	Tipo de Revestiment o	1,04	IC	0,10	Índice de Consistência
SGP	5,00	3,00	3,00	1,00	SGP	0,53	0,38	0,62	0,54	2,06	SGP	2,06	4	0,51	SGP	2,24	IR	0,90	Índice de Consistência Aleatória
Σ	9,50	8,00	4,83	1,87	Σ				Σ	4,00	Σ			1,00	λ	4,29	TC	0,10	Taxa de Consistência
																	Validação (≤0,10)		CONSISTENT E

Atribuição de Saaty					Normalização					Autovetores				Autovalores		Análise de Consistência		
Economia	Dimensões	PIB per capita	População	IDH	Dimensões	PIB per capita	População	IDH	Σ	Dimensões	Σ normal	Σ caract.	Autovetor	Dimensões	Vetor	Dimensões		
	PIB per capita	1,00	3,00	5,00	PIB per capita	0,65	0,69	0,56	1,90	PIB per capita	1,90	3,00	0,63	PIB per capita	1,95	λ	3,06	
	População	0,33	1,00	3,00	População	0,22	0,23	0,33	0,78	População	0,78	3,00	0,26	População	0,79	n	3,00	
	IDH	0,20	0,33	1,00	IDH	0,13	0,08	0,11	0,32	IDH	0,32	3,00	0,11	IDH	0,32	IC	0,03	Índice de Consistência
	Σ	1,53	4,33	9,00	Σ			Σ	3	Σ			1	λ	3,06	IR	0,58	Índice de Consistência Aleatória
																TC	0,04	Taxa de Consistência
																Validação (≤0,10)		CONSISTENTE

Atribuição de Saaty							Normalização							Autovetores				Autovalores		Análise de Consistência		
Tipo de Revestimento	Dimensões	CBUQ	TSD	CCP	RP	TERRA	Dimensões	CBUQ	TSD	CCP	RP	TERRA	Σ	Dimensões	Σ normal	Σ caract.	Autovetor	Dimensões	Vetor	Dimensões		
	CBUQ	1,00	0,33	3,00	0,20	0,14	CBUQ	0,06	0,03	0,12	0,04	0,08	0,34	CBUQ	0,34	5,00	0,07	CBUQ	0,34	λ	5,37	
	TSD	3,00	1,00	5,00	0,33	0,20	TSD	0,18	0,10	0,20	0,07	0,11	0,67	TSD	0,67	5,00	0,13	TSD	0,70	n	5,00	
	CCP	0,33	0,20	1,00	0,14	0,11	CCP	0,02	0,02	0,04	0,03	0,06	0,17	CCP	0,17	5,00	0,03	CCP	0,18	IC	0,09	Índice de Consistência
	RP	5,00	3,00	7,00	1,00	0,33	RP	0,31	0,31	0,28	0,21	0,19	1,30	RP	1,30	5,00	0,26	RP	1,41	IR	1,12	Índice de Consistência Aleatória
	TERRA	7,00	5,00	9,00	3,00	1,00	TERRA	0,43	0,52	0,36	0,64	0,56	2,51	TERRA	2,51	5,00	0,50	TERRA	2,74	TC	0,08	Taxa de Consistência
	Σ	16,33	9,53	25,00	4,68	1,79	Σ				Σ	5,00		Σ			1,00	λ	5,37	Validação (≤0,10)		CONSISTENTE

Critério	Peso Critério	Subcritério	Peso Subcritério	Avaliação (0 - 10)				Nota Final			
				Rodovias				Rodovias			
				Rodovia-A	Rodovia-B	Rodovia-C	Rodovia-D	Rodovia-A	Rodovia-B	Rodovia-C	Rodovia-D
Pluviometria	0,13	Pluviometria	1	10	0	1	0	1,328	0,000	0,133	0,000
Economia	0,11	PIB per capita	0,63	8	9	0	0	0,582	0,655	0,000	0,000
		População	0,26	3	6	0	0	0,090	0,180	0,000	0,000
		IDH	0,11	4	0	10	10	0,049	0,000	0,122	0,122
Tipo de Revestimento	0,24	CBUQ	0,07	5	0	0	4	0,081	0,000	0,000	0,064
		TSD	0,13	0	2	6	0	0,000	0,064	0,192	0,000
		CCP	0,03	5	0	0	0	0,041	0,000	0,000	0,000
		RP	0,26	0	8	4	6	0,000	0,495	0,248	0,371
		TERRA	0,50	0	0	0	0	0,000	0,000	0,000	0,000
SGP	0,51	PCI	1	0	9	5	10	0,000	4,630	2,572	5,144
Nota Final								2,171	6,023	3,266	5,702
Hierarquia								4	1	3	2

HIERARQUIZAÇÃO	
Ordem	Rodovia
1	Rodovia-B
2	Rodovia-D
3	Rodovia-C
4	Rodovia-A

PR02 : Privado 02

Atribuição de Saaty					Normalização						Autovetores				Autovalores		Análise de Consistência			
Dimensões	Pluviometria	Economia	Tipo de Revestimento	SGP	Dimensões	Pluviometria	Economia	Tipo de Revestimento	SGP	Σ	Dimensões	Σ normal	Σ caract.	Autovetor	Dimensões	Vetor	Dimensões			
Pluviometria	1,00	0,20	3,00	0,33	Pluviometria	0,11	0,11	0,25	0,09	0,55	Pluviometria	0,55	4	0,14	Pluviometria	0,57	λ	4,21		
Economia	5,00	1,00	5,00	2,00	Economia	0,54	0,53	0,42	0,55	2,02	Economia	2,02	4	0,51	Economia	2,15	n	4,00		
Tipo de Revestimento	0,33	0,20	1,00	0,33	Tipo de Revestimento	0,04	0,11	0,08	0,09	0,32	Tipo de Revestimento	0,32	4	0,08	Tipo de Revestimento	0,32	IC	0,07		Índice de Consistência
SGP	3,00	0,50	3,00	1,00	SGP	0,32	0,26	0,25	0,27	1,11	SGP	1,11	4	0,28	SGP	1,18	IR	0,90	Índice de Consistência Aleatória	
Σ	9,33	1,90	12,00	3,67						Σ	4,00		Σ	1,00		λ	4,21	TC	0,07	Taxa de Consistência
																	Validação (≤0,10)		CONSISTENTE	

Atribuição de Saaty					Normalização					Autovetores				Autovalores		Análise de Consistência			
Economia	Dimensões	PIB per capita	População	IDH	Dimensões	PIB per capita	População	IDH	Σ	Dimensões	Σ normal	Σ caract.	Autovetor	Dimensões	Vetor	Dimensões			
	PIB per capita	1,00	0,14	0,33	PIB per capita	0,09	0,09	0,10	0,28	PIB per capita	0,28	3,00	0,09	PIB per capita	0,28	λ	3,00		
	População	7,00	1,00	2,00	População	0,64	0,61	0,60	1,85	População	1,85	3,00	0,62	População	1,85	n	3,00		
	IDH	3,00	0,50	1,00	IDH	0,27	0,30	0,30	0,88	IDH	0,88	3,00	0,29	IDH	0,88	IC	0,00	Índice de Consistência	
	Σ	11,00	1,64	3,33				Σ	3		Σ		1		λ	3,00	IR	0,58	Índice de Consistência Aleatória
																TC	0,00	Taxa de Consistência	
																Validação (≤0,10)			CONSISTENTE

Atribuição de Saaty							Normalização							Autovetores				Autovalores		Análise de Consistência			
Tipo de Revestimento	Dimensões	CBUQ	TSD	CCP	RP	TERRA	Dimensões	CBUQ	TSD	CCP	RP	TERRA	Σ	Dimensões	Σ normal	Σ caract.	Autovetor	Dimensões	Vetor	Dimensões			
	CBUQ	1,00	3,00	0,33	5,00	9,00	CBUQ	0,22	0,31	0,19	0,31	0,33	1,36	CBUQ	1,36	5,00	0,27	CBUQ	1,46	λ	5,37		
	TSD	0,33	1,00	0,20	3,00	5,00	TSD	0,07	0,10	0,11	0,18	0,19	0,66	TSD	0,66	5,00	0,13	TSD	0,68	n	5,00		
	CCP	3,00	5,00	1,00	7,00	9,00	CCP	0,65	0,52	0,56	0,43	0,33	2,49	CCP	2,49	5,00	0,50	CCP	2,73	IC	0,09	Índice de Consistência	
	RP	0,20	0,33	0,14	1,00	3,00	RP	0,04	0,03	0,08	0,06	0,11	0,33	RP	0,33	5,00	0,07	RP	0,33	IR	1,12	Índice de Consistência Aleatória	
	TERRA	0,11	0,20	0,11	0,33	1,00	TERRA	0,02	0,02	0,06	0,02	0,04	0,16	TERRA	0,16	5,00	0,03	TERRA	0,17	TC	0,08	Taxa de Consistência	
	Σ	4,64	9,53	1,79	16,33	27,00							Σ	5,00					Σ	1,00			λ

Critério	Peso Critério	Subcritério	Peso Subcritério	Avaliação (0 - 10)				Nota Final			
				Rodovias				Rodovias			
				Rodovia-A	Rodovia-B	Rodovia-C	Rodovia-D	Rodovia-A	Rodovia-B	Rodovia-C	Rodovia-D
Pluviometria	0,14	Pluviometria	1	10	0	1	0	1,383	0,000	0,138	0,000
Economia	0,51	PIB per capita	0,09	8	9	0	0	0,375	0,422	0,000	0,000
		População	0,62	3	6	0	0	0,934	1,867	0,000	0,000
		IDH	0,29	4	0	10	10	0,592	0,000	1,479	1,479
Tipo de Revestimento	0,08	CBUQ	0,27	5	0	0	4	0,107	0,000	0,000	0,085
		TSD	0,13	0	2	6	0	0,000	0,021	0,062	0,000
		CCP	0,50	5	0	0	0	0,196	0,000	0,000	0,000
		RP	0,07	0	8	4	6	0,000	0,042	0,021	0,031
		TERRA	0,03	0	0	0	0	0,000	0,000	0,000	0,000
SGP	0,28	PCI	1	0	9	5	10	0,000	2,491	1,384	2,768
							Nota Final	3,587	4,843	3,085	4,364
							Hierarquia	3	1	4	2

HIERARQUIZAÇÃO	
Ordem	Rodovia
1	Rodovia-B
2	Rodovia-D
3	Rodovia-A
4	Rodovia-C

PR03 : Privado 03

Atribuição de Saaty					Normalização						Autovetores				Autovalores		Análise de Consistência		
Dimensões	Pluviometria	Economia	Tipo de Revestimento	SGP	Dimensões	Pluviometria	Economia	Tipo de Revestimento	SGP	Σ	Dimensões	Σ normal	Σ caract.	Autovetor	Dimensões	Vetor	Dimensões		
Pluviometria	1,00	0,14	7,00	5,00	Pluviometria	0,12	0,10	0,39	0,36	0,97	Pluviometria	0,97	4	0,24	Pluviometria	1,04	λ	4,80	
Economia	7,00	1,00	9,00	7,00	Economia	0,84	0,72	0,50	0,50	2,55	Economia	2,55	4	0,64	Economia	3,28	n	4,00	
Tipo de Revestimento	0,14	0,11	1,00	1,00	Tipo de Revestimento	0,02	0,08	0,06	0,07	0,22	Tipo de Revestimento	0,22	4	0,06	Tipo de Revestimento	0,22	IC	0,27	Índice de Consistência
SGP	0,20	0,14	1,00	1,00	SGP	0,02	0,10	0,06	0,07	0,25	SGP	0,25	4	0,06	SGP	0,26	IR	0,90	Índice de Consistência Aleatória
Σ	8,34	1,40	18,00	14,00	Σ				Σ	4,00	Σ				λ	4,80	TC	0,29	Taxa de Consistência
																	Validação (≤0,10)		INCONSISTENTE

Atribuição de Saaty					Normalização					Autovetores				Autovalores		Análise de Consistência		
Economia	Dimensões	PIB per capita	População	IDH	Dimensões	PIB per capita	População	IDH	Σ	Dimensões	Σ normal	Σ caract.	Autovetor	Dimensões	Vetor	Dimensões		
	PIB per capita	1,00	7,00	9,00	PIB per capita	0,80	0,86	0,53	2,19	PIB per capita	2,19	3,00	0,73	PIB per capita	2,74	λ	3,61	
	População	0,14	1,00	7,00	População	0,11	0,12	0,41	0,65	População	0,65	3,00	0,22	População	0,71	n	3,00	
	IDH	0,11	0,14	1,00	IDH	0,09	0,02	0,06	0,16	IDH	0,16	3,00	0,05	IDH	0,17	IC	0,30	Índice de Consistência
	Σ	1,25	8,14	17,00	Σ			Σ	3	Σ				λ	3,61	IR	0,58	Índice de Consistência Aleatória
																TC	0,52	Taxa de Consistência
																Validação (≤0,10)		INCONSISTENTE

Atribuição de Saaty							Normalização							Autovetores				Autovalores		Análise de Consistência		
Tipo de Revestimento	Dimensões	CBUQ	TSD	CCP	RP	TERRA	Dimensões	CBUQ	TSD	CCP	RP	TERRA	Σ	Dimensões	Σ normal	Σ caract.	Autovetor	Dimensões	Vetor	Dimensões		
	CBUQ	1,00	0,20	0,33	0,14	0,11	CBUQ	0,04	0,01	0,03	0,03	0,06	0,18	CBUQ	0,18	5,00	0,04	CBUQ	0,19	λ	5,51	
	TSD	5,00	1,00	0,33	0,20	0,14	TSD	0,20	0,06	0,03	0,04	0,08	0,42	TSD	0,42	5,00	0,08	TSD	0,43	n	5,00	
	CCP	3,00	3,00	1,00	0,33	0,20	CCP	0,12	0,19	0,10	0,07	0,11	0,59	CCP	0,59	5,00	0,12	CCP	0,66	IC	0,13	Índice de Consistência
	RP	7,00	5,00	3,00	1,00	0,33	RP	0,28	0,31	0,31	0,21	0,19	1,30	RP	1,30	5,00	0,26	RP	1,45	IR	1,12	Índice de Consistência Aleatória
	TERRA	9,00	7,00	5,00	3,00	1,00	TERRA	0,36	0,43	0,52	0,64	0,56	2,51	TERRA	2,51	5,00	0,50	TERRA	2,78	TC	0,11	Taxa de Consistência
	Σ	25,00	16,20	9,67	4,68	1,79	Σ				Σ	5,00		Σ				λ	5,51	Validação (≤0,10)		INCONSISTENTE

PR04 : Privado 04

Atribuição de Saaty					Normalização						Autovetores				Autovalores		Análise de Consistência				
Dimensões	Pluviometria	Economia	Tipo de Revestimento	SGP	Dimensões	Pluviometria	Economia	Tipo de Revestimento	SGP	Σ	Dimensões	Σ normal	Σ caract.	Autovetor	Dimensões	Vetor	Dimensões				
Pluviometria	1,00	0,33	1,00	0,14	Pluviometria	0,08	0,06	0,25	0,06	0,45	Pluviometria	0,45	4	0,11	Pluviometria	0,48	λ	4,50			
Economia	3,00	1,00	1,00	0,33	Economia	0,25	0,19	0,25	0,13	0,82	Economia	0,82	4	0,21	Economia	0,93	n	4,00			
Tipo de Revestimento	1,00	1,00	1,00	1,00	Tipo de Revestimento	0,08	0,19	0,25	0,40	0,92	Tipo de Revestimento	0,92	4	0,23	Tipo de Revestimento	1,00	IC	0,17	Índice de Consistência		
SGP	7,00	3,00	1,00	1,00	SGP	0,58	0,56	0,25	0,40	1,80	SGP	1,80	4	0,45	SGP	2,09	IR	0,90	Índice de Consistência Aleatória		
Σ	12,00	5,33	4,00	2,48						Σ	4,00				Σ	1,00	λ	4,50	TC	0,18	Taxa de Consistência
																	Validação (≤0,10)	INCONSISTENTE			

Atribuição de Saaty					Normalização					Autovetores				Autovalores		Análise de Consistência		
Economia	Dimensões	PIB per capita	População	IDH	Dimensões	PIB per capita	População	IDH	Σ	Dimensões	Σ normal	Σ caract.	Autovetor	Dimensões	Vetor	Dimensões		
	PIB per capita	1,00	1,00	1,00	PIB per capita	0,33	0,09	0,47	0,90	PIB per capita	0,90	3,00	0,30	PIB per capita	1,00	λ	3,79	
	População	1,00	1,00	0,11	População	0,33	0,09	0,05	0,48	População	0,48	3,00	0,16	População	0,52	n	3,00	
	IDH	1,00	9,00	1,00	IDH	0,33	0,82	0,47	1,63	IDH	1,63	3,00	0,54	IDH	2,27	IC	0,40	Índice de Consistência
																IR	0,58	Índice de Consistência Aleatória
	Σ	3,00	11,00	2,11				Σ	3		Σ	1		λ	3,79	TC	0,68	Taxa de Consistência
																Validação (≤0,10)	INCONSISTENTE	

Atribuição de Saaty							Normalização							Autovetores				Autovalores		Análise de Consistência			
Tipo de Revestimento	Dimensões	CBUQ	TSD	CCP	RP	TERRA	Dimensões	CBUQ	TSD	CCP	RP	TERRA	Σ	Dimensões	Σ normal	Σ caract.	Autovetor	Dimensões	Vetor	Dimensões			
	CBUQ	1,00	1,00	7,00	9,00	7,00	CBUQ	0,42	0,41	0,52	0,34	0,30	2,00	CBUQ	2,00	5,00	0,40	CBUQ	2,50	λ	6,02		
	TSD	1,00	1,00	5,00	9,00	7,00	TSD	0,42	0,41	0,37	0,34	0,30	1,85	TSD	1,85	5,00	0,37	TSD	2,22	n	5,00		
	CCP	0,14	0,20	1,00	7,00	5,00	CCP	0,06	0,08	0,07	0,27	0,22	0,70	CCP	0,70	5,00	0,14	CCP	0,84	IC	0,26	Índice de Consistência	
	RP	0,11	0,11	0,14	1,00	3,00	RP	0,05	0,05	0,01	0,04	0,13	0,27	RP	0,27	5,00	0,05	RP	0,27	IR	1,12	Índice de Consistência Aleatória	
	TERRA	0,14	0,14	0,20	0,33	1,00	TERRA	0,06	0,06	0,01	0,01	0,04	0,19	TERRA	0,19	5,00	0,04	TERRA	0,19	TC	0,22	Taxa de Consistência	
																				Validação (≤0,10)		INCONSISTENTE	
	Σ	2,40	2,45	13,34	26,33	23,00								Σ	5,00	Σ		1,00	λ		6,02		

PR05 : Privado 05

Atribuição de Saaty					Normalização						Autovetores				Autovalores		Análise de Consistência		
Dimensões	Pluviometria	Economia	Tipo de Revestimento	SGP	Dimensões	Pluviometria	Economia	Tipo de Revestimento	SGP	Σ	Dimensões	Σ normal	Σ caract.	Autovetor	Dimensões	Vetor	Dimensões		
Pluviometria	1,00	3,00	3,00	0,33	Pluviometria	0,21	0,38	0,38	0,17	1,13	Pluviometria	1,13	4	0,28	Pluviometria	1,17	λ	4,22	
Economia	0,33	1,00	1,00	0,33	Economia	0,07	0,13	0,13	0,17	0,49	Economia	0,49	4	0,12	Economia	0,50	n	4,00	
Tipo de Revestimento	0,33	1,00	1,00	0,33	Tipo de Revestimento	0,07	0,13	0,13	0,17	0,49	Tipo de Revestimento	0,49	4	0,12	Tipo de Revestimento	0,50	IC	0,07	Índice de Consistência
SGP	3,00	3,00	3,00	1,00	SGP	0,64	0,38	0,38	0,50	1,89	SGP	1,89	4	0,47	SGP	2,05	IR	0,90	Índice de Consistência Aleatória
Σ	4,67	8,00	8,00	2,00						Σ	4,00		Σ	1,00	λ	4,22	TC	0,08	Taxa de Consistência
																	Validação (≤0,10)		CONSISTENTE

Atribuição de Saaty					Normalização					Autovetores				Autovalores		Análise de Consistência			
Economia	Dimensões	PIB per capita	População	IDH	Dimensões	PIB per capita	População	IDH	Σ	Dimensões	Σ normal	Σ caract.	Autovetor	Dimensões	Vetor	Dimensões			
	PIB per capita	1,00	3,00	1,00	PIB per capita	0,43	0,43	0,43	1,29	PIB per capita	1,29	3,00	0,43	PIB per capita	1,29	λ	3,00		
	População	0,33	1,00	0,33	População	0,14	0,14	0,14	0,43	População	0,43	3,00	0,14	População	0,43	n	3,00		
	IDH	1,00	3,00	1,00	IDH	0,43	0,43	0,43	1,29	IDH	1,29	3,00	0,43	IDH	1,29	IC	0,00	Índice de Consistência	
	Σ	2,33	7,00	2,33					Σ	3			Σ	1	λ	3,00	IR	0,58	Índice de Consistência Aleatória
																	TC	0,00	Taxa de Consistência
																	Validação (≤0,10)		CONSISTENTE

Atribuição de Saaty							Normalização							Autovetores				Autovalores		Análise de Consistência		
Tipo de Revestimento	Dimensões	CBUQ	TSD	CCP	RP	TERRA	Dimensões	CBUQ	TSD	CCP	RP	TERRA	Σ	Dimensões	Σ normal	Σ caract.	Autovetor	Dimensões	Vetor	Dimensões		
	CBUQ	1,00	0,50	2,00	0,17	0,11	CBUQ	0,05	0,05	0,08	0,05	0,06	0,29	CBUQ	0,29	5,00	0,06	CBUQ	0,30	λ	5,27	
	TSD	2,00	1,00	7,00	0,33	0,20	TSD	0,11	0,10	0,27	0,09	0,10	0,68	TSD	0,68	5,00	0,14	TSD	0,69	n	5,00	
	CCP	0,50	0,14	1,00	0,14	0,11	CCP	0,03	0,01	0,04	0,04	0,06	0,18	CCP	0,18	5,00	0,04	CCP	0,18	IC	0,07	Índice de Consistência
	RP	6,00	3,00	7,00	1,00	0,50	RP	0,32	0,31	0,27	0,27	0,26	1,44	RP	1,44	5,00	0,29	RP	1,53	IR	1,12	Índice de Consistência Aleatória
	TERRA	9,00	5,00	9,00	2,00	1,00	TERRA	0,49	0,52	0,35	0,55	0,52	2,42	TERRA	2,42	5,00	0,48	TERRA	2,57	TC	0,05	Taxa de Consistência
	Σ	18,50	9,64	26,00	3,64	1,92							Σ	5,00		Σ	1,00		λ	5,27	Validação (≤0,10)	CONSISTENTE

Critério	Peso Critério	Subcritério	Peso Subcritério	Avaliação (0 - 10)				Nota Final			
				Rodovias				Rodovias			
				Rodovia-A	Rodovia-B	Rodovia-C	Rodovia-D	Rodovia-A	Rodovia-B	Rodovia-C	Rodovia-D
Pluviometria	0,28	Pluviometria	1	10	0	1	0	2,827	0,000	0,283	0,000
Economia	0,12	PIB per capita	0,43	8	9	0	0	0,418	0,471	0,000	0,000
		População	0,14	3	6	0	0	0,052	0,105	0,000	0,000
		IDH	0,43	4	0	10	10	0,209	0,000	0,523	0,523
Tipo de Revestimento	0,12	CBUQ	0,06	5	0	0	4	0,035	0,000	0,000	0,028
		TSD	0,14	0	2	6	0	0,000	0,033	0,099	0,000
		CCP	0,04	5	0	0	0	0,022	0,000	0,000	0,000
		RP	0,29	0	8	4	6	0,000	0,281	0,141	0,211
		TERRA	0,48	0	0	0	0	0,000	0,000	0,000	0,000
SGP	0,47	PCI	1	0	9	5	10	0,000	4,259	2,366	4,732
Nota Final								3,564	5,148	3,411	5,494
Hierarquia								3	2	4	1

HIERARQUIZAÇÃO	
Ordem	Rodovia
1	Rodovia-D
2	Rodovia-B
3	Rodovia-A
4	Rodovia-C



PR06 : Privado 06

Atribuição de Saaty					Normalização						Autovetores				Autovalores		Análise de Consistência		
Dimensões	Pluviometria	Economia	Tipo de Revestimento	SGP	Dimensões	Pluviometria	Economia	Tipo de Revestimento	SGP	Σ	Dimensões	Σ normal	Σ caract.	Autovetor	Dimensões	Vetor	Dimensões		
Pluviometria	1,00	5,00	9,00	7,00	Pluviometria	0,69	0,77	0,53	0,61	2,59	Pluviometria	2,59	4	0,65	Pluviometria	2,80	λ	4,23	
Economia	0,20	1,00	5,00	3,00	Economia	0,14	0,15	0,29	0,26	0,85	Economia	0,85	4	0,21	Economia	0,87	n	4,00	
Tipo de Revestimento	0,11	0,20	1,00	0,50	Tipo de Revestimento	0,08	0,03	0,06	0,04	0,21	Tipo de Revestimento	0,21	4	0,05	Tipo de Revestimento	0,21	IC	0,08	Índice de Consistência
SGP	0,14	0,33	2,00	1,00	SGP	0,10	0,05	0,12	0,09	0,35	SGP	0,35	4	0,09	SGP	0,36	IR	0,90	Índice de Consistência Aleatória
Σ	1,45	6,53	17,00	11,50						Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	λ	4,23	TC	0,08	Taxa de Consistência
																	Validação (≤0,10)	CONSISTENTE	

Atribuição de Saaty					Normalização					Autovetores				Autovalores		Análise de Consistência		
Economia	Dimensões	PIB per capita	População	IDH	Dimensões	PIB per capita	População	IDH	Σ	Dimensões	Σ normal	Σ caract.	Autovetor	Dimensões	Vetor	Dimensões		
	PIB per capita	1,00	5,00	3,00	PIB per capita	0,65	0,56	0,69	1,90	PIB per capita	1,90	3,00	0,63	PIB per capita	1,95	λ	3,06	
	População	0,20	1,00	0,33	População	0,13	0,11	0,08	0,32	População	0,32	3,00	0,11	População	0,32	n	3,00	
	IDH	0,33	3,00	1,00	IDH	0,22	0,33	0,23	0,78	IDH	0,78	3,00	0,26	IDH	0,79	IC	0,03	Índice de Consistência
																IR	0,58	Índice de Consistência Aleatória
																TC	0,04	Taxa de Consistência
	Σ	1,53	9,00	4,33				Σ	3			Σ	1		λ	3,06	Validação (≤0,10) <b>CONSISTENTE</b>	

Atribuição de Saaty							Normalização							Autovetores				Autovalores		Análise de Consistência		
Tipo de Revestimento	Dimensões	CBUQ	TSD	CCP	RP	TERRA	Dimensões	CBUQ	TSD	CCP	RP	TERRA	Σ	Dimensões	Σ normal	Σ caract.	Autovetor	Dimensões	Vetor	Dimensões		
	CBUQ	1,00	0,50	5,00	0,20	0,14	CBUQ	0,07	0,05	0,20	0,04	0,08	0,44	CBUQ	0,44	5,00	0,09	CBUQ	0,45	λ	5,42	
	TSD	2,00	1,00	3,00	0,33	0,20	TSD	0,13	0,10	0,12	0,07	0,11	0,54	TSD	0,54	5,00	0,11	TSD	0,58	n	5,00	
	CCP	0,20	0,33	1,00	0,14	0,11	CCP	0,01	0,03	0,04	0,03	0,06	0,18	CCP	0,18	5,00	0,04	CCP	0,18	IC	0,11	Índice de Consistência
	RP	5,00	3,00	7,00	1,00	0,33	RP	0,33	0,31	0,28	0,21	0,19	1,31	RP	1,31	5,00	0,26	RP	1,44	IR	1,12	Índice de Consistência Aleatória
	TERRA	7,00	5,00	9,00	3,00	1,00	TERRA	0,46	0,51	0,36	0,64	0,56	2,53	TERRA	2,53	5,00	0,51	TERRA	2,77	TC	0,09	Taxa de Consistência
	Σ	15,20	9,83	25,00	4,68	1,79							Σ	5,00		Σ	1,00		λ	5,42	Validação (≤0,10)	CONSISTENTE

Critério	Peso Critério	Subcritério	Peso Subcritério	Avaliação (0 - 10)				Nota Final			
				Rodovias				Rodovias			
				Rodovia-A	Rodovia-B	Rodovia-C	Rodovia-D	Rodovia-A	Rodovia-B	Rodovia-C	Rodovia-D
Pluviometria	0,65	Pluviometria	1	10	0	1	0	6,478	0,000	0,648	0,000
Economia	0,21	PIB per capita	0,63	8	9	0	0	1,071	1,205	0,000	0,000
		População	0,11	3	6	0	0	0,067	0,135	0,000	0,000
		IDH	0,26	4	0	10	10	0,220	0,000	0,551	0,551
Tipo de Revestimento	0,05	CBUQ	0,09	5	0	0	4	0,023	0,000	0,000	0,018
		TSD	0,11	0	2	6	0	0,000	0,011	0,034	0,000
		CCP	0,04	5	0	0	0	0,009	0,000	0,000	0,000
		RP	0,26	0	8	4	6	0,000	0,110	0,055	0,083
		TERRA	0,51	0	0	0	0	0,000	0,000	0,000	0,000
SGP	0,09	PCI	1	0	9	5	10	0,000	0,796	0,442	0,885
							Nota Final	7,869	2,257	1,730	1,536
							Hierarquia	1	2	3	4

HIERARQUIZAÇÃO	
Ordem	Rodovia
1	Rodovia-A
2	Rodovia-B
3	Rodovia-C
4	Rodovia-D

PR07 : Privado 07

Atribuição de Saaty					Normalização						Autovetores				Autovalores		Análise de Consistência		
Dimensões	Pluviometria	Economia	Tipo de Revestimento	SGP	Dimensões	Pluviometria	Economia	Tipo de Revestimento	SGP	Σ	Dimensões	Σ normal	Σ caract.	Autovetor	Dimensões	Vetor	Dimensões		
Pluviometria	1,00	0,20	0,33	0,14	Pluviometria	0,06	0,09	0,03	0,06	0,23	Pluviometria	0,23	4	0,06	Pluviometria	0,24	λ	4,26	
Economia	5,00	1,00	7,00	1,00	Economia	0,31	0,43	0,62	0,40	1,76	Economia	1,76	4	0,44	Economia	1,94	n	4,00	
Tipo de Revestimento	3,00	0,14	1,00	0,33	Tipo de Revestimento	0,19	0,06	0,09	0,13	0,47	Tipo de Revestimento	0,47	4	0,12	Tipo de Revestimento	0,48	IC	0,09	Índice de Consistência
SGP	7,00	1,00	3,00	1,00	SGP	0,44	0,43	0,26	0,40	1,53	SGP	1,53	4	0,38	SGP	1,59	IR	0,90	Índice de Consistência Aleatória
Σ	16,00	2,34	11,33	2,48						Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	λ	4,26	TC	0,09	Taxa de Consistência
																	Validação (≤0,10)		CONSISTENTE

Atribuição de Saaty					Normalização					Autovetores				Autovalores		Análise de Consistência		
Economia	Dimensões	PIB per capita	População	IDH	Dimensões	PIB per capita	População	IDH	Σ	Dimensões	Σ normal	Σ caract.	Autovetor	Dimensões	Vetor	Dimensões		
	PIB per capita	1,00	3,00	5,00	PIB per capita	0,65	0,33	0,81	1,79	PIB per capita	1,79	3,00	0,60	PIB per capita	2,37	λ	3,75	
	População	0,33	1,00	0,20	População	0,22	0,11	0,03	0,36	População	0,36	3,00	0,12	População	0,38	n	3,00	
	IDH	0,20	5,00	1,00	IDH	0,13	0,56	0,16	0,85	IDH	0,85	3,00	0,28	IDH	1,00	IC	0,37	Índice de Consistência
	Σ	1,53	9,00	6,20					Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	λ	3,75	IR	0,58	Índice de Consistência Aleatória
																TC	0,64	Taxa de Consistência
																Validação (≤0,10)		INCONSISTENTE

Atribuição de Saaty							Normalização							Autovetores				Autovalores		Análise de Consistência		
Tipo de Revestimento	Dimensões	CBUQ	TSD	CCP	RP	TERRA	Dimensões	CBUQ	TSD	CCP	RP	TERRA	Σ	Dimensões	Σ normal	Σ caract.	Autovetor	Dimensões	Vetor	Dimensões		
	CBUQ	1,00	3,00	0,20	0,14	0,11	CBUQ	0,04	0,12	0,01	0,03	0,07	0,28	CBUQ	0,28	5,00	0,06	CBUQ	0,27	λ	6,19	
	TSD	0,33	1,00	0,20	0,14	0,11	TSD	0,01	0,04	0,01	0,03	0,07	0,17	TSD	0,17	5,00	0,03	TSD	0,17	n	5,00	
	CCP	5,00	5,00	1,00	0,14	0,11	CCP	0,22	0,20	0,06	0,03	0,07	0,58	CCP	0,58	5,00	0,12	CCP	0,65	IC	0,30	Índice de Consistência
	RP	7,00	7,00	7,00	1,00	0,33	RP	0,31	0,28	0,40	0,23	0,20	1,42	RP	1,42	5,00	0,28	RP	1,88	IR	1,12	Índice de Consistência Aleatória
	TERRA	9,00	9,00	9,00	3,00	1,00	TERRA	0,40	0,36	0,52	0,68	0,60	2,56	TERRA	2,56	5,00	0,51	TERRA	3,20	TC	0,26	Taxa de Consistência
	Σ	22,33	25,00	17,40	4,43	1,67							Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	λ	6,19	Validação (≤0,10)		INCONSISTENTE

PR08 : Privado 08

Atribuição de Saaty					Normalização						Autovetores				Autovalores		Análise de Consistência			
Dimensões	Pluviometria	Economia	Tipo de Revestimento	SGP	Dimensões	Pluviometria	Economia	Tipo de Revestimento	SGP	Σ	Dimensões	Σ normal	Σ caract.	Autovetor	Dimensões	Vetor	Dimensões			
Pluviometria	1,00	7,00	0,33	1,00	Pluviometria	0,19	0,44	0,18	0,19	1,00	Pluviometria	1,00	4	0,25	Pluviometria	1,06	λ	4,25		
Economia	0,14	1,00	0,20	0,33	Economia	0,03	0,06	0,11	0,06	0,26	Economia	0,26	4	0,06	Economia	0,26	n	4,00		
Tipo de Revestimento	3,00	5,00	1,00	3,00	Tipo de Revestimento	0,58	0,31	0,54	0,56	1,99	Tipo de Revestimento	1,99	4	0,50	Tipo de Revestimento	2,13	IC	0,08	Índice de Consistência	
SGP	1,00	3,00	0,33	1,00	SGP	0,19	0,19	0,18	0,19	0,75	SGP	0,75	4	0,19	SGP	0,80	IR	0,90	Índice de Consistência Aleatória	
Σ	5,14	16,00	1,87	5,33						Σ	4,00		Σ	1,00		λ	4,25	TC	0,09	Taxa de Consistência
																	Validação (≤0,10)			CONSISTENTE

Atribuição de Saaty					Normalização					Autovetores				Autovalores		Análise de Consistência			
Economia	Dimensões	PIB per capita	População	IDH	Dimensões	PIB per capita	População	IDH	Σ	Dimensões	Σ normal	Σ caract.	Autovetor	Dimensões	Vetor	Dimensões			
	PIB per capita	1,00	3,00	1,00	PIB per capita	0,43	0,60	0,33	1,36	PIB per capita	1,36	3,00	0,45	PIB per capita	1,45	λ	3,15		
	População	0,33	1,00	1,00	População	0,14	0,20	0,33	0,68	População	0,68	3,00	0,23	População	0,70	n	3,00		
	IDH	1,00	1,00	1,00	IDH	0,43	0,20	0,33	0,96	IDH	0,96	3,00	0,32	IDH	1,00	IC	0,07	Índice de Consistência	
																IR	0,58	Índice de Consistência Aleatória	
	Σ	2,33	5,00	3,00					Σ	3		Σ	1		λ	3,15	TC	0,12	Taxa de Consistência
																Validação (≤0,10)			INCONSISTENTE

Atribuição de Saaty							Normalização							Autovetores				Autovalores		Análise de Consistência		
Tipo de Revestimento	Dimensões	CBUQ	TSD	CCP	RP	TERRA	Dimensões	CBUQ	TSD	CCP	RP	TERRA	Σ	Dimensões	Σ normal	Σ caract.	Autovetor	Dimensões	Vetor	Dimensões		
	CBUQ	1,00	0,14	0,11	0,11	0,11	CBUQ	0,03	0,01	0,01	0,01	0,08	0,13	CBUQ	0,13	5,00	0,03	CBUQ	0,14	λ	8,77	
	TSD	7,00	1,00	0,11	0,11	0,11	TSD	0,20	0,04	0,01	0,01	0,08	0,33	TSD	0,33	5,00	0,07	TSD	0,34	n	5,00	
	CCP	9,00	9,00	1,00	0,11	0,11	CCP	0,26	0,32	0,05	0,01	0,08	0,72	CCP	0,72	5,00	0,14	CCP	1,05	IC	0,94	Índice de Consistência
	RP	9,00	9,00	9,00	1,00	0,11	RP	0,26	0,32	0,47	0,10	0,08	1,22	RP	1,22	5,00	0,24	RP	2,41	IR	1,12	Índice de Consistência Aleatória
	TERRA	9,00	9,00	9,00	9,00	1,00	TERRA	0,26	0,32	0,47	0,87	0,69	2,61	TERRA	2,61	5,00	0,52	TERRA	4,83	TC	0,84	Taxa de Consistência
	Σ	35,00	28,14	19,22	10,33	1,44	Σ						5,00	Σ			1,00	λ	8,77	Validação (≤0,10)		INCONSISTENTE

PR09 : Privado 09

Atribuição de Saaty					Normalização						Autovetores				Autovalores		Análise de Consistência		
Dimensões	Pluviometria	Economia	Tipo de Revestimento	SGP	Dimensões	Pluviometria	Economia	Tipo de Revestimento	SGP	Σ	Dimensões	Σ normal	Σ caract.	Autovetor	Dimensões	Vetor	Dimensões		
Pluviometria	1,00	7,00	0,33	0,14	Pluviometria	0,09	0,39	0,13	0,06	0,67	Pluviometria	0,67	4	0,17	Pluviometria	0,78	λ	4,88	
Economia	0,14	1,00	0,33	0,14	Economia	0,01	0,06	0,13	0,06	0,26	Economia	0,26	4	0,06	Economia	0,26	n	4,00	
Tipo de Revestimento	3,00	3,00	1,00	1,00	Tipo de Revestimento	0,27	0,17	0,38	0,44	1,25	Tipo de Revestimento	1,25	4	0,31	Tipo de Revestimento	1,46	IC	0,29	Índice de Consistência
SGP	7,00	7,00	1,00	1,00	SGP	0,63	0,39	0,38	0,44	1,83	SGP	1,83	4	0,46	SGP	2,38	IR	0,90	Índice de Consistência Aleatória
Σ	11,14	18,00	2,67	2,29					Σ	4,00		Σ	1,00		λ	4,88	TC	0,32	Taxa de Consistência
																	Validação (≤0,10)	INCONSISTENTE	

Atribuição de Saaty					Normalização					Autovetores				Autovalores		Análise de Consistência		
Economia	Dimensões	PIB per capita	População	IDH	Dimensões	PIB per capita	População	IDH	Σ	Dimensões	Σ normal	Σ caract.	Autovetor	Dimensões	Vetor	Dimensões		
	PIB per capita	1,00	0,33	1,00	PIB per capita	0,20	0,14	0,33	0,68	PIB per capita	0,68	3,00	0,23	PIB per capita	0,70	λ	3,15	
	População	3,00	1,00	1,00	População	0,60	0,43	0,33	1,36	População	1,36	3,00	0,45	População	1,45	n	3,00	
	IDH	1,00	1,00	1,00	IDH	0,20	0,43	0,33	0,96	IDH	0,96	3,00	0,32	IDH	1,00	IC	0,07	Índice de Consistência
																IR	0,58	Índice de Consistência Aleatória
																TC	0,12	Taxa de Consistência
	Σ	5,00	2,33	3,00				Σ	3			Σ	1		λ	3,15	Validação (≤0,10)	INCONSISTENTE

Atribuição de Saaty							Normalização							Autovetores				Autovalores		Análise de Consistência				
Tipo de Revestimento	Dimensões	CBUQ	TSD	CCP	RP	TERRA	Dimensões	CBUQ	TSD	CCP	RP	TERRA	Σ	Dimensões	Σ normal	Σ caract.	Autovetor	Dimensões	Vetor	Dimensões				
	CBUQ	1,00	1,00	9,00	0,11	0,11	CBUQ	0,05	0,07	0,26	0,01	0,08	0,46	CBUQ	0,46	5,00	0,09	CBUQ	0,51	λ	7,44			
	TSD	1,00	1,00	9,00	0,20	0,14	TSD	0,05	0,07	0,26	0,02	0,10	0,49	TSD	0,49	5,00	0,10	TSD	0,55	n	5,00			
	CCP	0,11	0,11	1,00	0,14	0,11	CCP	0,01	0,01	0,03	0,01	0,08	0,13	CCP	0,13	5,00	0,03	CCP	0,14	IC	0,61		Índice de Consistência	
	RP	9,00	5,00	7,00	1,00	0,11	RP	0,45	0,35	0,20	0,10	0,08	1,17	RP	1,17	5,00	0,23	RP	1,81	IR	1,12	Índice de Consistência Aleatória		
	TERRA	9,00	7,00	9,00	9,00	1,00	TERRA	0,45	0,50	0,26	0,86	0,68	2,74	TERRA	2,74	5,00	0,55	TERRA	4,42	TC	0,54	Taxa de Consistência		
	Σ	20,11	14,11	35,00	10,45	1,48							Σ	5,00			Σ	1,00			λ	7,44	Validação (≤0,10) <b>INCONSISTENTE</b>	

PR10 : Privado 10

Atribuição de Saaty					Normalização						Autovetores				Autovalores		Análise de Consistência		
Dimensões	Pluviometria	Economia	Tipo de Revestimento	SGP	Dimensões	Pluviometria	Economia	Tipo de Revestimento	SGP	Σ	Dimensões	Σ normal	Σ caract.	Autovetor	Dimensões	Vetor	Dimensões		
Pluviometria	1,00	0,33	0,14	0,11	Pluviometria	0,05	0,03	0,03	0,07	0,18	Pluviometria	0,18	4	0,05	Pluviometria	0,18	λ	4,16	
Economia	3,00	1,00	0,33	0,14	Economia	0,15	0,09	0,07	0,09	0,40	Economia	0,40	4	0,10	Economia	0,41	n	4,00	
Tipo de Revestimento	7,00	3,00	1,00	0,33	Tipo de Revestimento	0,35	0,26	0,22	0,21	1,05	Tipo de Revestimento	1,05	4	0,26	Tipo de Revestimento	1,08	IC	0,05	Índice de Consistência
SGP	9,00	7,00	3,00	1,00	SGP	0,45	0,62	0,67	0,63	2,37	SGP	2,37	4	0,59	SGP	2,49	IR	0,90	Índice de Consistência Aleatória
Σ	20,00	11,33	4,48	1,59						Σ	4,00		Σ	1,00	λ	4,16	TC	0,05	Taxa de Consistência
																	Validação (≤0,20)	CONSISTENTE	

Atribuição de Saaty					Normalização					Autovetores				Autovalores		Análise de Consistência		
Economia	Dimensões	PIB per capita	População	IDH	Dimensões	PIB per capita	População	IDH	Σ	Dimensões	Σ normal	Σ caract.	Autovetor	Dimensões	Vetor	Dimensões		
	PIB per capita	1,00	5,00	3,00	PIB per capita	0,65	0,56	0,69	1,90	PIB per capita	1,90	3,00	0,63	PIB per capita	1,95	λ	3,06	
	População	0,20	1,00	0,33	População	0,13	0,11	0,08	0,32	População	0,32	3,00	0,11	População	0,32	n	3,00	
	IDH	0,33	3,00	1,00	IDH	0,22	0,33	0,23	0,78	IDH	0,78	3,00	0,26	IDH	0,79	IC	0,03	Índice de Consistência
																IR	0,58	Índice de Consistência Aleatória
	Σ	1,53	9,00	4,33					Σ	3		Σ	1	λ	3,06	TC	0,04	Taxa de Consistência
																Validação (≤0,20)	CONSISTENTE	

Atribuição de Saaty							Normalização							Autovetores				Autovalores		Análise de Consistência		
Tipo de Revestimento	Dimensões	CBUQ	TSD	CCP	RP	TERRA	Dimensões	CBUQ	TSD	CCP	RP	TERRA	Σ	Dimensões	Σ normal	Σ caract.	Autovetor	Dimensões	Vetor	Dimensões		
	CBUQ	1,00	0,33	3,00	0,20	0,14	CBUQ	0,06	0,03	0,12	0,04	0,08	0,34	CBUQ	0,34	5,00	0,07	CBUQ	0,34	λ	5,37	
	TSD	3,00	1,00	5,00	0,33	0,20	TSD	0,18	0,10	0,20	0,07	0,11	0,67	TSD	0,67	5,00	0,13	TSD	0,70	n	5,00	
	CCP	0,33	0,20	1,00	0,14	0,11	CCP	0,02	0,02	0,04	0,03	0,06	0,17	CCP	0,17	5,00	0,03	CCP	0,18	IC	0,09	Índice de Consistência
	RP	5,00	3,00	7,00	1,00	0,33	RP	0,31	0,31	0,28	0,21	0,19	1,30	RP	1,30	5,00	0,26	RP	1,41	IR	1,12	Índice de Consistência Aleatória
	TERRA	7,00	5,00	9,00	3,00	1,00	TERRA	0,43	0,52	0,36	0,64	0,56	2,51	TERRA	2,51	5,00	0,50	TERRA	2,74	TC	0,08	Taxa de Consistência
	Σ	16,33	9,53	25,00	4,68	1,79							Σ	5,00		Σ	1,00	λ	5,37	Validação (≤0,10)	CONSISTENTE	

Critério	Peso Critério	Subcritério	Peso Subcritério	Avaliação (0 - 10)				Nota Final			
				Rodovias				Rodovias			
				Rodovia-A	Rodovia-B	Rodovia-C	Rodovia-D	Rodovia-A	Rodovia-B	Rodovia-C	Rodovia-D
Pluviometria	0,05	Pluviometria	1	10	0	1	0	0,453	0,000	0,045	0,000
Economia	0,10	PIB per capita	0,63	8	9	0	0	0,510	0,574	0,000	0,000
		População	0,11	3	6	0	0	0,032	0,064	0,000	0,000
		IDH	0,26	4	0	10	10	0,105	0,000	0,262	0,262
Tipo de Revestimento	0,26	CBUQ	0,07	5	0	0	4	0,089	0,000	0,000	0,071
		TSD	0,13	0	2	6	0	0,000	0,070	0,211	0,000
		CCP	0,03	5	0	0	0	0,046	0,000	0,000	0,000
		RP	0,26	0	8	4	6	0,000	0,546	0,273	0,409
		TERRA	0,50	0	0	0	0	0,000	0,000	0,000	0,000
SGP	0,59	PCI	1	0	9	5	10	0,000	5,328	2,960	5,920
							Nota Final	1,235	6,582	3,751	6,662
							Hierarquia	4	2	3	1

HIERARQUIZAÇÃO	
Ordem	Rodovia
1	Rodovia-D
2	Rodovia-B
3	Rodovia-C
4	Rodovia-A

PR11 : Privado 11

Atribuição de Saaty					Normalização						Autovetores				Autovalores		Análise de Consistência			
Dimensões	Pluviometria	Economia	Tipo de Revestimento	SGP	Dimensões	Pluviometria	Economia	Tipo de Revestimento	SGP	Σ	Dimensões	Σ normal	Σ carac.	Autovetor	Dimensões	Vetor	Dimensões			
Pluviometria	1,00	0,33	5,00	0,20	Pluviometria	0,11	0,13	0,28	0,09	0,60	Pluviometria	0,60	4	0,15	Pluviometria	0,63	λ	4,30	Índice de Consistência Aleatória	
Economia	3,00	1,00	5,00	1,00	Economia	0,33	0,39	0,28	0,43	1,43	Economia	1,43	4	0,36	Economia	1,52	n	4,00		
Tipo de Revestimento	0,20	0,20	1,00	0,14	Tipo de Revestimento	0,02	0,08	0,06	0,06	0,22	Tipo de Revestimento	0,22	4	0,05	Tipo de Revestimento	0,22	IC	0,10		
SGP	5,00	1,00	7,00	1,00	SGP	0,54	0,39	0,39	0,43	1,75	SGP	1,75	4	0,44	SGP	1,93	IR	0,90		
Σ	9,20	2,53	18,00	2,34						Σ	4,00			Σ	1,00	λ	4,30	TC	0,10	Taxa de Consistência

Atribuição de Saaty					Normalização					Autovetores				Autovalores		Análise de Consistência		
Economia	Dimensões	PIB per capita	População	IDH	Dimensões	PIB per capita	População	IDH	Σ	Dimensões	Σ normal	Σ caract.	Autovetor	Dimensões	Vetor	Dimensões		
	PIB per capita	1,00	1,00	1,00	PIB per capita	0,33	0,33	0,33	1,00	PIB per capita	1,00	3,00	0,33	PIB per capita	1,00	λ	3,00	
	População	1,00	1,00	1,00	População	0,33	0,33	0,33	1,00	População	1,00	3,00	0,33	População	1,00	n	3,00	
	IDH	1,00	1,00	1,00	IDH	0,33	0,33	0,33	1,00	IDH	1,00	3,00	0,33	IDH	1,00	IC	0,00	Índice de Consistência
																IR	0,58	Índice de Consistência Aleatória
	Σ	3,00	3,00	3,00				Σ	3			Σ	1		λ	3,00	TC	0,00
																	Validação (≤0,20)	CONSISTENTE

Atribuição de Saaty							Normalização							Autovetores				Autovalores		Análise de Consistência			
Tipo de Revestimento	Dimensões	CBUQ	TSD	CCP	RP	TERRA	Dimensões	CBUQ	TSD	CCP	RP	TERRA	Σ	Dimensões	Σ normal	Σ caract.	Autovetor	Dimensões	Vetor	Dimensões			
	CBUQ	1,00	5,00	3,00	7,00	9,00	CBUQ	0,56	0,52	0,65	0,37	0,36	2,47	CBUQ	2,47	5,00	0,49	CBUQ	2,70	λ	5,35		
	TSD	0,20	1,00	0,33	3,00	5,00	TSD	0,11	0,10	0,07	0,16	0,20	0,65	TSD	0,65	5,00	0,13	TSD	0,67	n	5,00		
	CCP	0,33	3,00	1,00	7,00	9,00	CCP	0,19	0,31	0,22	0,37	0,36	1,45	CCP	1,45	5,00	0,29	CCP	1,54	IC	0,09	Índice de Consistência	
	RP	0,14	0,33	0,14	1,00	1,00	RP	0,08	0,03	0,03	0,05	0,04	0,24	RP	0,24	5,00	0,05	RP	0,24	IR	1,12	Índice de Consistência Aleatória	
	TERRA	0,11	0,20	0,11	1,00	1,00	TERRA	0,06	0,02	0,02	0,05	0,04	0,20	TERRA	0,20	5,00	0,04	TERRA	0,20	TC	0,07	Taxa de Consistência	
	Σ	1,79	9,53	4,59	19,00	25,00							Σ	5,00			Σ	1,00	λ	5,35	Validação (≤0,10)	CONSISTENTE	



Critério	Peso Critério	Subcritério	Peso Subcritério	Avaliação (0 - 10)				Nota Final			
				Rodovias				Rodovias			
				Rodovia-A	Rodovia-B	Rodovia-C	Rodovia-D	Rodovia-A	Rodovia-B	Rodovia-C	Rodovia-D
Pluviometria	0,15	Pluviometria	1	10	0	1	0	1,509	0,000	0,151	0,000
Economia	0,36	PIB per capita	0,33	8	9	0	0	0,950	1,069	0,000	0,000
		População	0,33	3	6	0	0	0,356	0,713	0,000	0,000
		IDH	0,33	4	0	10	10	0,475	0,000	1,188	1,188
Tipo de Revestimento	0,05	CBUQ	0,49	5	0	0	4	0,134	0,000	0,000	0,107
		TSD	0,13	0	2	6	0	0,000	0,014	0,042	0,000
		CCP	0,29	5	0	0	0	0,079	0,000	0,000	0,000
		RP	0,05	0	8	4	6	0,000	0,021	0,010	0,016
		TERRA	0,04	0	0	0	0	0,000	0,000	0,000	0,000
SGP	0,44	PCI	1	0	9	5	10	0,000	3,946	2,192	4,385
							Nota Final	3,503	5,763	3,584	5,695
							Hierarquia	4	1	3	2

HIERARQUIZAÇÃO	
Ordem	Rodovia
1	Rodovia-B
2	Rodovia-D
3	Rodovia-C
4	Rodovia-A

PU01 : Público 01

Atribuição de Saaty					Normalização						Autovetores				Autovalores		Análise de Consistência		
Dimensões	Pluviometria	Economia	Tipo de Revestimento	SGP	Dimensões	Pluviometria	Economia	Tipo de Revestimento	SGP	Σ	Dimensões	Σ normal	Σ caract.	Autovetor	Dimensões	Vetor	Dimensões		
Pluviometria	1,00	0,14	7,00	0,20	Pluviometria	0,08	0,03	0,58	0,11	0,79	Pluviometria	0,79	4	0,20	Pluviometria	1,14	λ	6,10	
Economia	7,00	1,00	1,00	0,33	Economia	0,53	0,19	0,08	0,18	0,99	Economia	0,99	4	0,25	Economia	1,90	n	4,00	
Tipo de Revestimento	0,14	1,00	1,00	0,33	Tipo de Revestimento	0,01	0,19	0,08	0,18	0,47	Tipo de Revestimento	0,47	4	0,12	Tipo de Revestimento	0,54	IC	0,70	Índice de Consistência
SGP	5,00	3,00	3,00	1,00	SGP	0,38	0,58	0,25	0,54	1,75	SGP	1,75	4	0,44	SGP	2,52	IR	0,90	Índice de Consistência Aleatória
Σ	13,14	5,14	12,00	1,87	Σ					4,00	Σ			1,00	λ	6,10	TC	0,77	Taxa de Consistência
																	Validação (≤0,10)		INCONSISTENTE

Atribuição de Saaty					Normalização					Autovetores				Autovalores		Análise de Consistência		
Economia	Dimensões	PIB per capita	População	IDH	Dimensões	PIB per capita	População	IDH	Σ	Dimensões	Σ normal	Σ caract.	Autovetor	Dimensões	Vetor	Dimensões		
	PIB per capita	1,00	7,00	0,20	PIB per capita	0,16	0,47	0,15	0,78	PIB per capita	0,78	3,00	0,26	PIB per capita	0,85	λ	3,48	
	População	0,14	1,00	0,14	População	0,02	0,07	0,11	0,20	População	0,20	3,00	0,07	População	0,20	n	3,00	
	IDH	5,00	7,00	1,00	IDH	0,81	0,47	0,74	2,03	IDH	2,03	3,00	0,68	IDH	2,43	IC	0,24	Índice de Consistência
	Σ	6,14	15,00	1,34	Σ				3	Σ			1	λ	3,48	IR	0,58	Índice de Consistência Aleatória
																TC	0,41	Taxa de Consistência
																Validação (≤0,10)		INCONSISTENTE

Atribuição de Saaty							Normalização							Autovetores				Autovalores		Análise de Consistência		
Tipo de Revestimento	Dimensões	CBUQ	TSD	CCP	RP	TERRA	Dimensões	CBUQ	TSD	CCP	RP	TERRA	Σ	Dimensões	Σ normal	Σ caract.	Autovetor	Dimensões	Vetor	Dimensões		
	CBUQ	1,00	0,14	0,20	0,14	0,11	CBUQ	0,03	0,09	0,01	0,01	0,01	0,16	CBUQ	0,16	5,00	0,03	CBUQ	0,17	λ	7,66	
	TSD	7,00	1,00	5,00	7,00	9,00	TSD	0,24	0,63	0,21	0,62	0,85	2,55	TSD	2,55	5,00	0,51	TSD	4,24	n	5,00	
	CCP	5,00	0,20	1,00	0,11	0,11	CCP	0,17	0,13	0,04	0,01	0,01	0,36	CCP	0,36	5,00	0,07	CCP	0,37	IC	0,66	Índice de Consistência
	RP	7,00	0,14	9,00	1,00	0,33	RP	0,24	0,09	0,37	0,09	0,03	0,82	RP	0,82	5,00	0,16	RP	1,18	IR	1,12	Índice de Consistência Aleatória
	TERRA	9,00	0,11	9,00	3,00	1,00	TERRA	0,31	0,07	0,37	0,27	0,09	1,11	TERRA	1,11	5,00	0,22	TERRA	1,70	TC	0,59	Taxa de Consistência
	Σ	29,00	1,60	24,20	11,25	10,56	Σ						5,00	Σ			1,00	λ	7,66	Validação (≤0,10)		INCONSISTENTE

PU02 : Público 02

Atribuição de Saaty					Normalização						Autovetores				Autovalores		Análise de Consistência		
Dimensões	Pluviometria	Economia	Tipo de Revestimento	SGP	Dimensões	Pluviometria	Economia	Tipo de Revestimento	SGP	Σ	Dimensões	Σ normal	Σ caract.	Autovetor	Dimensões	Vetor	Dimensões		
Pluviometria	1,00	0,11	7,00	0,33	Pluviometria	0,08	0,05	0,29	0,14	0,55	Pluviometria	0,55	4	0,14	Pluviometria	0,59	λ	4,71	
Economia	9,00	1,00	7,00	1,00	Economia	0,68	0,44	0,29	0,41	1,83	Economia	1,83	4	0,46	Economia	2,35	n	4,00	
Tipo de Revestimento	0,14	0,14	1,00	0,11	Tipo de Revestimento	0,01	0,06	0,04	0,05	0,16	Tipo de Revestimento	0,16	4	0,04	Tipo de Revestimento	0,17	IC	0,24	Índice de Consistência
SGP	3,00	1,00	9,00	1,00	SGP	0,23	0,44	0,38	0,41	1,46	SGP	1,46	4	0,36	SGP	1,60	IR	0,90	Índice de Consistência Aleatória
Σ	13,14	2,25	24,00	2,44					Σ	4,00			Σ	1,00	λ	4,71	TC	0,26	Taxa de Consistência
																	Validação (≤0,10)	INCONSISTENTE	

Atribuição de Saaty					Normalização					Autovetores				Autovalores		Análise de Consistência					
Economia	Dimensões	PIB per capita	População	IDH	Dimensões	PIB per capita	População	IDH	Σ	Dimensões	Σ normal	Σ caract.	Autovetor	Dimensões	Vetor	Dimensões					
	PIB per capita	1,00	7,00	1,00	PIB per capita	0,47	0,41	0,47	1,35	PIB per capita	1,35	3,00	0,45	PIB per capita	1,36	λ	3,01				
	População	0,14	1,00	0,11	População	0,07	0,06	0,05	0,18	População	0,18	3,00	0,06	População	0,18	n	3,00				
	IDH	1,00	9,00	1,00	IDH	0,47	0,53	0,47	1,47	IDH	1,47	3,00	0,49	IDH	1,47	IC	0,00	Índice de Consistência			
									Σ	3			Σ	1			λ	3,01	IR	0,58	Índice de Consistência Aleatória
	Σ	2,14	17,00	2,11													TC	0,00	Taxa de Consistência		
																Validação (≤0,10)		CONSISTENTE			

Atribuição de Saaty							Normalização							Autovetores				Autovalores		Análise de Consistência		
Tipo de Revestimento	Dimensões	CBUQ	TSD	CCP	RP	TERRA	Dimensões	CBUQ	TSD	CCP	RP	TERRA	Σ	Dimensões	Σ normal	Σ caract.	Autovetor	Dimensões	Vetor	Dimensões		
	CBUQ	1,00	0,20	9,00	0,11	0,11	CBUQ	0,04	0,01	0,32	0,08	0,01	0,46	CBUQ	0,46	5,00	0,09	CBUQ	0,99	λ	9,41	
	TSD	5,00	1,00	0,11	0,11	0,11	TSD	0,21	0,04	0,00	0,08	0,01	0,34	TSD	0,34	5,00	0,07	TSD	0,62	n	5,00	
	CCP	0,11	9,00	1,00	0,11	0,11	CCP	0,00	0,32	0,04	0,08	0,01	0,45	CCP	0,45	5,00	0,09	CCP	0,79	IC	1,10	Índice de Consistência
	RP	9,00	9,00	9,00	1,00	7,00	RP	0,37	0,32	0,32	0,68	0,84	2,53	RP	2,53	5,00	0,51	RP	4,46	IR	1,12	Índice de Consistência Aleatória
	TERRA	9,00	9,00	9,00	0,14	1,00	TERRA	0,37	0,32	0,32	0,10	0,12	1,23	TERRA	1,23	5,00	0,25	TERRA	2,55	TC	0,98	Taxa de Consistência
	Σ	24,11	28,20	28,11	1,48	8,33					Σ	5,00			Σ	1,00		λ	9,41	Validação (≤0,10)	INCONSISTENTE	

PU03 : Público 03

Atribuição de Saaty					Normalização						Autovetores				Autovalores		Análise de Consistência			
Dimensões	Pluviometria	Economia	Tipo de Revestimento	SGP	Dimensões	Pluviometria	Economia	Tipo de Revestimento	SGP	Σ	Dimensões	Σ normal	Σ caract.	Autovetor	Dimensões	Vetor	Dimensões			
Pluviometria	1,00	3,00	3,00	0,50	Pluviometria	0,27	0,41	0,30	0,23	1,21	Pluviometria	1,21	4	0,30	Pluviometria	1,32	λ	4,27	Índice de Consistência Aleatória	
Economia	0,33	1,00	3,00	0,33	Economia	0,09	0,14	0,30	0,15	0,68	Economia	0,68	4	0,17	Economia	0,71	n	4,00		
Tipo de Revestimento	0,33	0,33	1,00	0,33	Tipo de Revestimento	0,09	0,05	0,10	0,15	0,39	Tipo de Revestimento	0,39	4	0,10	Tipo de Revestimento	0,40	IC	0,09		
SGP	2,00	3,00	3,00	1,00	SGP	0,55	0,41	0,30	0,46	1,72	SGP	1,72	4	0,43	SGP	1,84	IR	0,90		
Σ	3,67	7,33	10,00	2,17						Σ	4,00		Σ	1,00		λ	4,27	TC	0,09	Taxa de Consistência
																		Validação (≤0,10)		CONSISTENTE

Atribuição de Saaty					Normalização					Autovetores				Autovalores		Análise de Consistência			
Economia	Dimensões	PIB per capita	População	IDH	Dimensões	PIB per capita	População	IDH	Σ	Dimensões	Σ normal	Σ caract.	Autovetor	Dimensões	Vetor	Dimensões			
	PIB per capita	1,00	5,00	3,00	PIB per capita	0,65	0,56	0,69	1,90	PIB per capita	1,90	3,00	0,63	PIB per capita	1,95	λ	3,06		
	População	0,20	1,00	0,33	População	0,13	0,11	0,08	0,32	População	0,32	3,00	0,11	População	0,32	n	3,00		
	IDH	0,33	3,00	1,00	IDH	0,22	0,33	0,23	0,78	IDH	0,78	3,00	0,26	IDH	0,79	IC	0,03		Índice de Consistência
	Σ	1,53	9,00	4,33						Σ	3				Σ	1	IR	0,58	Índice de Consistência Aleatória
																λ	3,06	TC	0,04
																	Validação (≤0,10)		CONSISTENTE

Atribuição de Saaty							Normalização							Autovetores				Autovalores		Análise de Consistência		
Tipo de Revestimento	Dimensões	CBUQ	TSD	CCP	RP	TERRA	Dimensões	CBUQ	TSD	CCP	RP	TERRA	Σ	Dimensões	Σ normal	Σ caract.	Autovetor	Dimensões	Vetor	Dimensões		
	CBUQ	1,00	3,00	3,00	7,00	9,00	CBUQ	0,52	0,47	0,63	0,34	0,33	2,30	CBUQ	2,30	5,00	0,46	CBUQ	2,51	λ	5,41	
	TSD	0,33	1,00	0,50	5,00	7,00	TSD	0,17	0,16	0,10	0,25	0,26	0,94	TSD	0,94	5,00	0,19	TSD	1,00	n	5,00	
	CCP	0,33	2,00	1,00	7,00	7,00	CCP	0,17	0,32	0,21	0,34	0,26	1,30	CCP	1,30	5,00	0,26	CCP	1,43	IC	0,10	Índice de Consistência
	RP	0,14	0,20	0,14	1,00	3,00	RP	0,07	0,03	0,03	0,05	0,11	0,30	RP	0,30	5,00	0,06	RP	0,30	IR	1,12	Índice de Consistência Aleatória
	TERRA	0,11	0,14	0,14	0,33	1,00	TERRA	0,06	0,02	0,03	0,02	0,04	0,16	TERRA	0,16	5,00	0,03	TERRA	0,17	TC	0,09	Taxa de Consistência
	Σ	1,92	6,34	4,79	20,33	27,00	Σ				Σ	5,00		Σ			Σ	λ	5,41	Validação (≤0,10)		CONSISTENTE

Critério	Peso Critério	Subcritério	Peso Subcritério	Avaliação (0 - 10)				Nota Final			
				Rodovias				Rodovias			
				Rodovia-A	Rodovia-B	Rodovia-C	Rodovia-D	Rodovia-A	Rodovia-B	Rodovia-C	Rodovia-D
Pluviometria	0,30	Pluviometria	1	10	0	1	0	3,031	0,000	0,303	0,000
Economia	0,17	PIB per capita	0,63	8	9	0	0	0,863	0,971	0,000	0,000
		População	0,11	3	6	0	0	0,054	0,108	0,000	0,000
		IDH	0,26	4	0	10	10	0,177	0,000	0,444	0,444
Tipo de Revestimento	0,10	CBUQ	0,46	5	0	0	4	0,224	0,000	0,000	0,179
		TSD	0,19	0	2	6	0	0,000	0,037	0,110	0,000
		CCP	0,26	5	0	0	0	0,127	0,000	0,000	0,000
		RP	0,06	0	8	4	6	0,000	0,046	0,023	0,035
		TERRA	0,03	0	0	0	0	0,000	0,000	0,000	0,000
SGP	0,43	PCI	1	0	9	5	10	0,000	3,861	2,145	4,290
Nota Final								4,477	5,023	3,025	4,948
Hierarquia								3	1	4	2

HIERARQUIZAÇÃO	
Ordem	Rodovia
1	Rodovia-B
2	Rodovia-D
3	Rodovia-A
4	Rodovia-C

PU04 : Público 04

Atribuição de Saaty					Normalização						Autovetores				Autovalores		Análise de Consistência		
Dimensões	Pluviometria	Economia	Tipo de Revestimento	SGP	Dimensões	Pluviometria	Economia	Tipo de Revestimento	SGP	Σ	Dimensões	Σ normal	Σ caract.	Autovetor	Dimensões	Vetor	Dimensões		
Pluviometria	1,00	7,00	3,00	5,00	Pluviometria	0,60	0,70	0,50	0,63	2,42	Pluviometria	2,42	4	0,61	Pluviometria	2,52	λ	4,11	
Economia	0,14	1,00	1,00	1,00	Economia	0,09	0,10	0,17	0,13	0,48	Economia	0,48	4	0,12	Economia	0,48	n	4,00	
Tipo de Revestimento	0,33	1,00	1,00	1,00	Tipo de Revestimento	0,20	0,10	0,17	0,13	0,59	Tipo de Revestimento	0,59	4	0,15	Tipo de Revestimento	0,60	IC	0,04	Índice de Consistência
SGP	0,20	1,00	1,00	1,00	SGP	0,12	0,10	0,17	0,13	0,51	SGP	0,51	4	0,13	SGP	0,52	IR	0,90	Índice de Consistência Aleatória
Σ	1,68	10,00	6,00	8,00						Σ	4,00		Σ	1,00	λ	4,11	TC	0,04	Taxa de Consistência
																	Validação (≤0,10)	CONSISTENTE	

Atribuição de Saaty					Normalização					Autovetores				Autovalores		Análise de Consistência		
Economia	Dimensões	PIB per capita	População	IDH	Dimensões	PIB per capita	População	IDH	Σ	Dimensões	Σ normal	Σ caract.	Autovetor	Dimensões	Vetor	Dimensões		
	PIB per capita	1,00	0,14	0,20	PIB per capita	0,08	0,07	0,09	0,23	PIB per capita	0,23	3,00	0,08	PIB per capita	0,23	λ	3,02	
	População	7,00	1,00	1,00	População	0,54	0,47	0,45	1,46	População	1,46	3,00	0,49	População	1,47	n	3,00	
	IDH	5,00	1,00	1,00	IDH	0,38	0,47	0,45	1,31	IDH	1,31	3,00	0,44	IDH	1,31	IC	0,01	Índice de Consistência
	Σ	13,00	2,14	2,20					Σ	3		Σ	1	λ	3,02	IR	0,58	Índice de Consistência Aleatória
																TC	0,01	Taxa de Consistência
																Validação (≤0,10)	CONSISTENTE	

Atribuição de Saaty							Normalização							Autovetores				Autovalores		Análise de Consistência		
Tipo de Revestimento	Dimensões	CBUQ	TSD	CCP	RP	TERRA	Dimensões	CBUQ	TSD	CCP	RP	TERRA	Σ	Dimensões	Σ normal	Σ caract.	Autovetor	Dimensões	Vetor	Dimensões		
	CBUQ	1,00	3,00	9,00	9,00	3,00	CBUQ	0,53	0,63	0,29	0,59	0,39	2,43	CBUQ	2,43	5,00	0,49	CBUQ	2,71	λ	5,44	
	TSD	0,33	1,00	9,00	3,00	3,00	TSD	0,18	0,21	0,29	0,20	0,39	1,27	TSD	1,27	5,00	0,25	TSD	1,37	n	5,00	
	CCP	0,11	0,11	1,00	0,20	0,14	CCP	0,06	0,02	0,03	0,01	0,02	0,15	CCP	0,15	5,00	0,03	CCP	0,15	IC	0,11	Índice de Consistência
	RP	0,11	0,33	5,00	1,00	0,50	RP	0,06	0,07	0,16	0,07	0,07	0,42	RP	0,42	5,00	0,08	RP	0,44	IR	1,12	Índice de Consistência Aleatória
	TERRA	0,33	0,33	7,00	2,00	1,00	TERRA	0,18	0,07	0,23	0,13	0,13	0,73	TERRA	0,73	5,00	0,15	TERRA	0,77	TC	0,09	Taxa de Consistência
	Σ	1,89	4,78	31,00	15,20	7,64							Σ	5,00		Σ	1,00	λ	5,44	Validação (≤0,10)	CONSISTENTE	

Critério	Peso Critério	Subcritério	Peso Subcritério	Avaliação (0 - 10)				Nota Final			
				Rodovias				Rodovias			
				Rodovia-A	Rodovia-B	Rodovia-C	Rodovia-D	Rodovia-A	Rodovia-B	Rodovia-C	Rodovia-D
Pluviometria	0,61	Pluviometria	1	10	0	1	0	6,054	0,000	0,605	0,000
Economia	0,12	PIB per capita	0,08	8	9	0	0	0,075	0,084	0,000	0,000
		População	0,49	3	6	0	0	0,174	0,348	0,000	0,000
		IDH	0,44	4	0	10	10	0,208	0,000	0,519	0,519
Tipo de Revestimento	0,15	CBUQ	0,49	5	0	0	4	0,359	0,000	0,000	0,287
		TSD	0,25	0	2	6	0	0,000	0,075	0,224	0,000
		CCP	0,03	5	0	0	0	0,022	0,000	0,000	0,000
		RP	0,08	0	8	4	6	0,000	0,099	0,050	0,075
		TERRA	0,15	0	0	0	0	0,000	0,000	0,000	0,000
SGP	0,13	PCI	1	0	9	5	10	0,000	1,150	0,639	1,277
Nota Final								6,891	1,756	2,037	2,158
Hierarquia								1	4	3	2

HIERARQUIZAÇÃO	
Ordem	Rodovia
1	Rodovia-A
2	Rodovia-D
3	Rodovia-C
4	Rodovia-B

Hierarquização do setor acadêmico

Critério	Peso Critério	Subcritério	Peso Subcritério	Avaliação (0 - 10)				Nota Final			
				Rodovias				Rodovias			
				Rodovia-A	Rodovia-B	Rodovia-C	Rodovia-D	Rodovia-A	Rodovia-B	Rodovia-C	Rodovia-D
Pluviometria	0,14	Pluviometria	1	10	0	1	0	1,444	0,000	0,144	0,000
Economia	0,31	PIB per capita	0,13	8	9	0	0	0,330	0,372	0,000	0,000
		População	0,50	3	6	0	0	0,467	0,934	0,000	0,000
		IDH	0,36	4	0	10	10	0,450	0,000	1,125	1,125
Tipo de Revestimento	0,09	CBUQ	0,13	5	0	0	4	0,057	0,000	0,000	0,045
		TSD	0,27	0	2	6	0	0,000	0,048	0,143	0,000
		CCP	0,10	5	0	0	0	0,043	0,000	0,000	0,000
		RP	0,28	0	8	4	6	0,000	0,198	0,099	0,148
		TERRA	0,23	0	0	0	0	0,000	0,000	0,000	0,000
SGP	0,19	PCI	1	0	9	5	10	0,000	1,713	0,952	1,903
							Nota Final	2,791	3,265	2,463	3,222
							Hierarquia	3	1	4	2

HIERARQUIZAÇÃO	
Ordem	Rodovia
1	Rodovia-B
2	Rodovia-D
3	Rodovia-A
4	Rodovia-C



Hierarquização do setor privado

Critério	Peso Critério	Subcritério	Peso Subcritério	Avaliação (0 - 10)				Nota Final			
				Rodovias				Rodovias			
				Rodovia-A	Rodovia-B	Rodovia-C	Rodovia-D	Rodovia-A	Rodovia-B	Rodovia-C	Rodovia-D
Pluviometria	0,23	Pluviometria	1	10	0	1	0	2,330	0,000	0,233	0,000
Economia	0,24	PIB per capita	0,46	8	9	0	0	0,864	0,972	0,000	0,000
		População	0,26	3	6	0	0	0,184	0,368	0,000	0,000
		IDH	0,28	4	0	10	10	0,264	0,000	0,659	0,659
Tipo de Revestimento	0,13	CBUQ	0,17	5	0	0	4	0,117	0,000	0,000	0,094
		TSD	0,13	0	2	6	0	0,000	0,035	0,104	0,000
		CCP	0,15	5	0	0	0	0,104	0,000	0,000	0,000
		RP	0,20	0	8	4	6	0,000	0,213	0,106	0,159
		TERRA	0,34	0	0	0	0	0,000	0,000	0,000	0,000
SGP	0,40	PCI	1	0	9	5	10	0,000	3,575	1,986	3,972
							Nota Final	3,863	5,162	3,089	4,885
							Hierarquia	3	1	4	2

HIERARQUIZAÇÃO	
Ordem	Rodovia
1	Rodovia-B
2	Rodovia-D
3	Rodovia-A
4	Rodovia-C

Hierarquização do setor público

Critério	Peso Critério	Subcritério	Peso Subcritério	Avaliação (0 - 10)				Nota Final			
				Rodovias				Rodovias			
				Rodovia-A	Rodovia-B	Rodovia-C	Rodovia-D	Rodovia-A	Rodovia-B	Rodovia-C	Rodovia-D
Pluviometria	0,45	Pluviometria	1	10	0	1	0	4,543	0,000	0,454	0,000
Economia	0,14	PIB per capita	0,36	8	9	0	0	0,412	0,463	0,000	0,000
		População	0,30	3	6	0	0	0,129	0,257	0,000	0,000
		IDH	0,35	4	0	10	10	0,201	0,000	0,504	0,504
Tipo de Revestimento	0,12	CBUQ	0,47	5	0	0	4	0,290	0,000	0,000	0,232
		TSD	0,22	0	2	6	0	0,000	0,054	0,162	0,000
		CCP	0,14	5	0	0	0	0,089	0,000	0,000	0,000
		RP	0,07	0	8	4	6	0,000	0,070	0,035	0,053
		TERRA	0,09	0	0	0	0	0,000	0,000	0,000	0,000
SGP	0,28	PCI	1	0	9	5	10	0,000	2,505	1,392	2,784
							Nota Final	5,663	3,351	2,547	3,572
							Hierarquia	1	3	4	2

HIERARQUIZAÇÃO	
Ordem	Rodovia
1	Rodovia-A
2	Rodovia-D
3	Rodovia-B
4	Rodovia-C

Hierarquização geral

Critério	Peso Critério	Subcritério	Peso Subcritério	Avaliação (0 - 10)				Nota Final			
				Rodovias				Rodovias			
				Rodovia-A	Rodovia-B	Rodovia-C	Rodovia-D	Rodovia-A	Rodovia-B	Rodovia-C	Rodovia-D
Pluviometria	0,28	Pluviometria	1	10	0	1	0	2,772	0,000	0,277	0,000
Economia	0,23	PIB per capita	0,32	8	9	0	0	0,581	0,654	0,000	0,000
		População	0,35	3	6	0	0	0,244	0,487	0,000	0,000
		IDH	0,33	4	0	10	10	0,304	0,000	0,760	0,760
Tipo de Revestimento	0,20	CBUQ	0,26	5	0	0	4	0,264	0,000	0,000	0,211
		TSD	0,21	0	2	6	0	0,000	0,084	0,253	0,000
		CCP	0,13	5	0	0	0	0,135	0,000	0,000	0,000
		RP	0,18	0	8	4	6	0,000	0,299	0,149	0,224
		TERRA	0,22	0	0	0	0	0,000	0,000	0,000	0,000
SGP	0,29	PCI	1	0	9	5	10	0,000	2,594	1,441	2,883
							Nota Final	4,300	4,119	2,880	4,077
							Hierarquia	1	2	4	3

Ordem	Rodovia
1	Rodovia-A
2	Rodovia-B
3	Rodovia-D
4	Rodovia-C