



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

FELIPE GONÇALVES DE JESUS

**INDICADORES DE DESEMPENHO PARA A GESTÃO  
AMBIENTAL DOS SERVIÇOS DE MANUTENÇÃO  
RODOVIÁRIA**

---

Londrina  
2015

FELIPE GONÇALVES DE JESUS

**INDICADORES DE DESEMPENHO PARA A GESTÃO  
AMBIENTAL DOS SERVIÇOS DE MANUTENÇÃO  
RODOVIÁRIA**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Engenharia de Edificações e Saneamento do Centro de Tecnologia e Urbanismo da Universidade Estadual de Londrina para o título de Mestre.

Orientadora: Heliana Barbosa Fontenele

Londrina  
2015

**Catálogo elaborado pela Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca  
Central da Universidade Estadual de Londrina**

**Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)**

J58i Jesus, Felipe Gonçalves de.

Indicadores de desempenho para a gestão ambiental dos serviços de manutenção rodoviária / Felipe Gonçalves de JESUS. – Londrina, 2015.

147 f

Orientador: Heliana Barbosa Fontenele.

Dissertação (Mestrado em Engenharia de Edificações e Saneamento) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Tecnologia e Urbanismo, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Edificações e Saneamento, 2015.

Inclui bibliografia.

1. Processo decisório por critério múltiplo. – Teses. 2. Gestão ambiental. – Teses. 3. Indicadores ambientais. – Teses. 4. Rodovias x Aspectos ambientais. – Teses. I. FONTENELE, Heliana Barbosa. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Tecnologia e Urbanismo. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Edificações e Saneamento. III. Título.

CDU 625.7

FELIPE GONÇALVES DE JESUS

**INDICADORES DE DESEMPENHO PARA A GESTÃO AMBIENTAL  
DOS SERVIÇOS DE MANUTENÇÃO RODOVIÁRIA**

Dissertação apresentada como requisito para o grau de Mestre no Programa de Mestrado em Engenharia de Edificações e Saneamento, área de concentração em Engenharia de Edificações e Saneamento do Centro de Tecnologia e Urbanismo, da Universidade Estadual de Londrina.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Orientadora Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Heliana Barbosa Fontenele  
Universidade Estadual de Londrina - UEL

---

Prof.<sup>a</sup>Dr.<sup>a</sup> Raquel Souza Teixeira  
Universidade Estadual de Londrina - Londrina

---

Prof. Dr. Jesner Sereni Ildfonso  
Universidade Estadual de Maringá - UEM

Londrina, 19 de agosto 2015

## Agradecimentos

À minha família: meus pais Castorina, Geraldo, irmã e cunhado Fernanda e Deivisti, por me apoiarem em todas as minhas decisões dando discernimento e atenção quando mais precisei e por suas incessantes orações e bênçãos.

À minha orientadora Prof.<sup>a</sup> Dra. Heliana Fontenele pela dedicação às orientações, conselhos e pelo exemplo de profissional dedicada e comprometida com seu trabalho.

Aos professores Dr. Jesner Sereni da UEM e Dra. Raquel Teixeira da UEL pelas sugestões e contribuições para o trabalho durante a qualificação e defesa.

Ao Dr. Carlos Prado, pelos contatos e contribuições no desenvolvimento do trabalho.

Pelo incentivo ao início e prosseguimento do mestrado às professoras Msc. Débora Felten e Dra. Ligia Hachid.

Aos meus amigos de Cascavel, Igor, Cleusa, Julia, Marcos, Ramon, Lucas, Shiroma, Laerte, Chico, Alison, Erick, Malu, Alan, Cynthia e Tiago, família Chang, Shen e Hshie que incentivaram e foram a válvula de escape para os momentos de tensão e apreensão.

Aos amigos que conquistei antes e durante o mestrado. Aos que me hospedaram gentilmente durante as coletas dos dados: Tuka e Belo, Dorca e Roque.

Aos que fizeram do convívio diário em minha estadia aqui em Londrina, uma gostosa troca de experiências e alegrias. Em especial os companheiros Dr. Danilo Giarola, França, Eduardo e Mateus, Martina Oliveira, Fernanda Custódio, Casimiro, Dalton, Dr. Tiago e Família Tchin Min.

Um agradecimento especial a Guilherme Frias, que me acompanhou durante as crises e me apoiou com todas as suas forças.

Aos colegas de mestrado Isis, Gersson, Livia, Gasparine e Palmieri, Thais Lemos, Thais Réus, Juliana, Isabela, Aline, Amir que contribuíram para a dissertação com os projetos piloto e também pelo companheirismo e agradável

convívio. Às colegas Mariana Shigeharu e Thaisa Vicentin pela descontração, injeções de ânimo, beleza, elegância e demonstração persistênciasuperação.

À professora Ms. Carla Höring do departamento de estatística da UEL, pela imensa contribuição para este trabalho.

Aos engenheiros e técnicos que participaram dos workshops e colaboraram fornecendo suas opiniões e experiências, especialmente aos engenheiros Mario Faraco e Alex Severo.

Aos professores e funcionários da UEL, em especial aos Dr. Fernando Fernandes, Dra, Raquel Ferreira, Dra. Berenice Toralles, pelo companheirismo, incentivo e pelo exemplo profissional que me inspirou.

Ao Programa de Pós-Graduação *strictusensu* em Engenharia de Edificações e Saneamento da UEL e por toda infraestrutura fornecida para realizar o mestrado.

A CAPES pela bolsa recebida durante o desenvolvimento do mestrado.

JESUS, Felipe Gonçalves de. **Indicadores de desempenho para a gestão ambiental dos serviços de manutenção rodoviária**. 2015. 147pg. Dissertação de Mestrado (Pós-Graduação em Engenharia de Edificações e Saneamento) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2015.

## RESUMO

A avaliação de desempenho ambiental, embora muito difundida em diversos ramos industriais, ainda pode ser considerada pouco praticada nas atividades de construção, manutenção e operação rodoviária. Deste modo, verifica-se a necessidade de estudos para interpretar o estado da gestão ambiental no que tange as complexidades do setor rodoviário, que é o modo de transporte mais representativo no Brasil e também o que mais causa impactos no meio ambiente. O presente trabalho tem como objetivo desenvolver indicadores de avaliação do desempenho para a gestão ambiental para os serviços de manutenção rodoviária. O método de pesquisa envolveu *workshops* com profissionais especialistas em diversas áreas relacionadas aos setores técnicos, acadêmicos e de pesquisa que pudessem contribuir sobre a gestão ambiental praticada em rodovias. A partir de seus pontos de vista foram gerados indicadores. Para tanto, foi utilizado o método de análise Multicritério de Apoio a Decisão Construtivista (MCDA-C). O trabalho foi desenvolvido em duas fases. A Fase 1 contou com 12 acadêmicos do curso de mestrado em Engenharia de Edificações e Saneamento da Universidade Estadual de Londrina. Em tal fase foi possível observar que a criação dos indicadores seguiu com características de usuários do sistema de rodovias. Na segunda fase os integrantes foram 29 profissionais do setor rodoviário em cinco regiões do estado do Paraná. As conclusões na criação dos indicadores foram contribuições em um amplo sentido estratégico e operacional que refletem como os especialistas lidam com a questão ambiental em seu trabalho. Este trabalho pode ser usado como um procedimento de obtenção de indicadores de desempenho para a gestão ambiental a partir do método MCDA-C.

**Palavras-chaves:** MCDA-C. Análise Multicritério. Obras rodoviárias. Gestão ambiental. Gestão Ambiental Rodoviária. Indicadores ambientais.

JESUS, Felipe Gonçalves de. **Performance indicators for the environmental management of road maintenance services**. 2015. 147pages. Masters Thesis (Master in Buildings Engineering and Sanitation) - State of Londrina, Londrina, 2015.

### **ABSTRACT**

The evaluation of environmental performance, though widely spread in many industrial branches, can still be rarely practiced in construction activities, maintenance and road operation. Thus, there is a need for studies to interpret the state of environmental management regarding the complexities of the road sector, which is the most representative mode of transport in Brazil and has many impacts on the environment. This study aims to develop performance evaluation indicators for environmental management for road maintenance services. The research method involved workshops with professional experts in many fields related to technical sectors, academic and research that could contribute on environmental management practiced on highways. From their point of view indicators were generated. For this, was used the method of analysis Multicriteria Decision Aid- Constructivist (MCDA-C). The study was conducted in two phases. The Phase 1 included 12 students from the Master's degree in Building Engineering and Sanitation of the State University of Londrina. In this phase it was observed that the creation of the indicators followed with user characteristics of the highway system. In the second Phase the participants were 29 professionals in the road sector in five regions of the state of Paraná. The conclusions in the creation of indicators were contributions to a broad strategic and operational sense that reflect how the experts deal with environmental issues in their work. This work can be used as a procedure to obtain performance indicators for environmental management from the MCDA-C method.

**Keywords:** MCDA-C. Multi-criteria analysis. Road works. Environmental management. Road Environmental Management. Environmental indicators.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1:</b> Hierarquia de Pontos de Vista.....	38
<b>Figura 2:</b> Identificação dos envolvidos no processo .....	44
<b>Figura 3:</b> Planilha de coleta dos Conceitos .....	45
<b>Figura 4:</b> Identificação dos conceitos para os <i>clusters</i> .....	47
<b>Figura 5:</b> Exemplo de Mapa Cognitivo para a compra de um carro .....	48
<b>Figura 6:</b> Exemplo de arborização hierárquica .....	49
<b>Figura 7:</b> Exemplo de decomposição de um PVF em PVE e SubPVE.....	50
<b>Figura 8:</b> Exemplo em arborescência com os níveis de referência para os indicadores do PVF “Conforto” na escolha de um automóvel .....	51
<b>Figura 9:</b> Exemplo de parte do questionário online na plataforma "qualtrics.com" ...	52
<b>Figura 10:</b> Exemplo do questionário aplicado na Fase 2.....	53
<b>Figura 11:</b> Mapa de Meios e fins Grupo Gestão .....	61
<b>Figura 12:</b> Mapa de Meios e fins Grupo Meio Biótico .....	61
<b>Figura 13:</b> Mapa de Meios e fins Grupo Operação Rodovia.....	62
<b>Figura 14:</b> Mapa de Meios e fins Grupo Socioambiental .....	62
<b>Figura 15:</b> Mapa de Meios e Fins Socioambiental – Alterado .....	64
<b>Figura 16:</b> Arborização hierárquica FASE 1 .....	65
<b>Figura 17:</b> Arborização dos PVFs e PVEs – Cascavel .....	73
<b>Figura 18:</b> Arborização dos PVFs e PVEs – Curitiba .....	74
<b>Figura 19:</b> Arborização dos PVFs e PVEs – Londrina .....	74
<b>Figura 20:</b> Arborização dos PVFs e PVEs – Maringá .....	75
<b>Figura 21:</b> Arborização dos PVFs e PVEs – Ponta Grossa .....	76

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1:</b> Pesos atribuídos da Fase 1 – Áreas de Interesse .....	80
<b>Gráfico 2:</b> Pesos atribuídos da Fase 1 – PVF – Gestão Ambiental.....	81
<b>Gráfico 3:</b> Pesos atribuídos da Fase 1 – PVF – Operação Rodovia .....	83
<b>Gráfico 4:</b> Pesos atribuídos da Fase 1 – PVF – Equilíbrio Ambiental .....	84
<b>Gráfico 5:</b> Pesos atribuídos da Fase 1 – PVF – Proteção da Fauna e Flora.....	85
<b>Gráfico 6:</b> Pesos atribuídos da Fase 2 – Áreas de Interesse Gerais.....	90
<b>Gráfico 7:</b> Pesos atribuídos da Fase 2 – PVF – Água.....	91
<b>Gráfico 8:</b> Pesos atribuídos da Fase 2 – PVF – Gestão.....	93
<b>Gráfico 9:</b> Pesos atribuídos da Fase 2 – PVE – Equipe .....	94
<b>Gráfico 10:</b> Pesos atribuídos da Fase 2 – PVF – Jurídico.....	95
<b>Gráfico 11:</b> Pesos atribuídos da Fase 2 – PVF – Materiais.....	97
<b>Gráfico 12:</b> Pesos atribuídos da Fase 2 – PVF – Meio Biótico.....	98
<b>Gráfico 13:</b> Pesos atribuídos da Fase 2 – PVE – Fauna .....	99
<b>Gráfico 14:</b> Pesos atribuídos da Fase 2 – PVF – Vegetação .....	100
<b>Gráfico 15:</b> Pesos atribuídos da Fase 2 – PVF – Segurança Viária.....	101
<b>Gráfico 16:</b> Pesos atribuídos da Fase 2 – PVF – Socioambiental.....	102

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Características dos Paradigmas Racionalista e Construtiva.....	34
<b>Tabela 2:</b> Estratégias para identificar EPAs.....	37
<b>Tabela 3:</b> Exemplos de EPAs com conceitos orientados à ação (escolha de um telefone celular) .....	37
<b>Tabela 4:</b> Formação dos Intervenientes - Fase 1 .....	42
<b>Tabela 5:</b> Formação dos Intervenientes - Fase 2 .....	43
<b>Tabela 6:</b> Exemplos de expressões (Grupos) e Alternativas dos Elementos relacionados ao problema para um aparelho de celular.....	46
<b>Tabela 7:</b> Grupos dos Elementos Relacionados ao problema dos serviços de manutenção rodoviária .....	56
<b>Tabela 8:</b> Relação dos conceitos Fase 1 .....	57
<b>Tabela 9:</b> Grupos Fase 2 .....	59
<b>Tabela 10:</b> Desenvolvimento do Mapa de Meios e Fins – Fase 1 .....	63
<b>Tabela 11:</b> Descrição dos itens elencados no workshop .....	66
<b>Tabela 12:</b> Desenvolvimento do Mapa de Meios e Fins – Fase 2 - Cascavel .....	67
<b>Tabela 13:</b> Desenvolvimento do Mapa de Meios e Fins – Fase 2 - Curitiba .....	68
<b>Tabela 14:</b> Desenvolvimento do Mapa de Meios e Fins – Fase 2 - Londrina .....	70
<b>Tabela 15:</b> Desenvolvimento do Mapa de Meios e Fins – Fase 2 - Maringá .....	71
<b>Tabela 16:</b> Desenvolvimento do Mapa de Meios e Fins – Fase 2 – Ponta Grossa.....	72
<b>Tabela 17:</b> Resposta do questionário áreas de interesse gerais – Fase 1 .....	79
<b>Tabela 18:</b> Resposta ao questionário para PVF - Gestão Ambiental – Fase 1 .....	81
<b>Tabela 19:</b> Resposta ao questionário para PVF - Operação Rodovia – Fase 1 .....	82
<b>Tabela 20:</b> Resposta ao questionário para PVF - Equilíbrio Ambiental – Fase 1.....	83
<b>Tabela 21:</b> Resposta ao questionário para PVF - Proteção da Fauna e Flora – Fase 1 .....	85
<b>Tabela 22:</b> Fase 1 - Teste de Kruskal-Wallis .....	86
<b>Tabela 23:</b> Fase 1 - Teste de Dunn PVF – Operação Rodovia.....	86

<b>Tabela 24:</b> Formação dos participantes que responderam o questionário – Fase 2.....	87
<b>Tabela 25:</b> Tempo de trabalho dos especialistas que responderam o questionário – Fase 2.....	88
<b>Tabela 26:</b> Região dos participantes que responderam o questionário – Fase 2.....	88
<b>Tabela 27:</b> Resposta ao questionário para as Áreas de Interesse Gerais – Fase 2.....	89
<b>Tabela 28:</b> Resposta ao questionário para PVF – Água – Fase 2.....	90
<b>Tabela 29:</b> Resposta ao questionário para PVF – Gestão – Fase 2.....	92
<b>Tabela 30:</b> Resposta ao questionário para PVE – Equipe – Fase 2.....	93
<b>Tabela 31:</b> Resposta ao questionário para PVF – Jurídico – Fase 2.....	95
<b>Tabela 32:</b> Resposta ao questionário para PVF – Materiais – Fase 2.....	96
<b>Tabela 33:</b> Resposta ao questionário para PVF – Meio Biótico – Fase 2.....	97
<b>Tabela 34:</b> Resposta ao questionário para PVE – Fauna – Fase 2.....	98
<b>Tabela 35:</b> Resposta ao questionário para PVE – Vegetação – Fase 2.....	99
<b>Tabela 36:</b> Resposta ao questionário para PVF – Segurança Viária – Fase 2.....	100
<b>Tabela 37:</b> Resposta ao questionário para PVF – Socioambiental – Fase 2.....	101
<b>Tabela 38:</b> Fase 2 - Teste de Kruskal-Wallis.....	102
<b>Tabela 39:</b> Fase 2 - Teste de Dunn para Áreas de Interesses Gerais.....	103
<b>Tabela 40:</b> Fase 2 - Teste de Dunn para PVF - Equipe.....	103
<b>Tabela 41:</b> Fase 2 - Teste de Dunn para PVF - Materiais.....	103
<b>Tabela 42:</b> Fase 2 - Teste de Dunn para PVE - Vegetação.....	104
<b>Tabela 43:</b> Fase 2 - Teste de Dunn para PVF – Segurança Viária.....	104
<b>Tabela 44:</b> Fase 2 - Teste de Dunn para PVF - Socioambiental.....	105
<b>Tabela 45:</b> Indicadores de desempenho da gestão ambiental para os serviços de manutenção rodoviária.....	106
<b>Tabela 46</b> - Pesos para os critérios dos indicadores de desempenho para Gestão Ambiental dos serviços de Manutenção rodoviária.....	1

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ADA	Avaliação de Desempenho Ambiental
AIA	Avaliação de Impacto Ambiental
Conama	Conselho Nacional do Meio Ambiente
DER	Departamento de Estradas e Rodagem
DNER	Departamento Nacional de Estradas e Rodagem
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
EIA	Estudo de Impacto Ambiental
EPA	Elementos Primários de Avaliação
ISSO	<i>International Organization for Standardization</i> (Organização Internacional para Padronização)
LI	Licença de Instalação
LO	Licença de Operação
LP	Licença Prévia
MCDA-C	<i>(Multi-Criteria Decision Aid - Constructivist)</i> Metodologia Multicritério de Apoio à Decisão Construtivista
PBA	Plano Básico Ambiental
PNV	Plano Nacional de Viação
PVE	Ponto de Vista Elementar
PVF	Ponto de Vista Fundamental
RIMA	Relatório de Impacto Ambiental
SALTE	Saúde, Alimentação, Transporte e Energia
SGA	Sistema de Gestão Ambiental

## Sumário

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>16</b>
1.1. CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA.....	16
1.2. JUSTIFICATIVA .....	17
1.3. OBJETIVOS .....	18
1.4. ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO.....	19
<b>2. GESTÃO AMBIENTAL .....</b>	<b>20</b>
2.1. A GESTÃO AMBIENTAL NA SOCIEDADE.....	20
2.2. BREVE HISTÓRICO E LEGISLAÇÕES.....	21
2.3. GESTÃO AMBIENTAL RODOVIÁRIA.....	24
2.4. IMPACTOS AMBIENTAIS EM RODOVIAS.....	27
2.5. INDICADORES AMBIENTAIS.....	28
2.6. CONSIDERAÇÕES DO CAPÍTULO.....	30
<b>3. METODOLOGIAS DE APOIO À DECISÃO .....</b>	<b>31</b>
3.1. MÉTODOS DE ANÁLISE MULTICRITÉRIO .....	31
3.2. ASPECTOS GERAIS DA MCDA-C.....	33
3.2.1. Os Atores da MCDA-C .....	35
3.2.2. Fases da MCDA-C.....	35
3.3. CONSIDERAÇÕES DO CAPÍTULO.....	39
<b>4. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL .....</b>	<b>41</b>
4.1. Planejamento do procedimento experimental .....	41
4.1.1. Seleção dos atores .....	41
4.1.1.1. Fase 1 .....	42
4.1.1.2. Fase 2.....	42
4.2.1. Levantamento dos elementos primários de avaliação (EPAs).....	45
4.2.2. Mapas de Meios e Fins.....	47
4.2.3. Arborização Hierárquica .....	48

4.2.4. Determinação dos Pontos de Vista Fundamentais (PVFs) e Elementares (PVEs).....	49
4.2.5. Criação dos Indicadores.....	50
4.2.6. Pesos para os critérios.....	51
4.2.7. Normalização dos pesos dos critérios.....	55
<b>5. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS</b> .....	<b>56</b>
5.1. <i>WORKSHOPS</i> .....	56
5.1.1. Fase 1.....	56
5.1.2. Fase 2.....	58
5.1.3. Conclusão do item.....	59
5.2. DETERMINAÇÃO DOS PONTOS DE VISTA FUNDAMENTAIS (PVFs) E ELEMENTARES (PVEs).....	60
5.2.1. Fase 1.....	60
5.2.2. Fase 2.....	67
5.2.3. Conclusão do item.....	77
5.3. OBTENÇÃO DOS PESOS PARA OS CRITÉRIOS.....	78
5.3.1. Fase 1.....	78
5.3.2. Fase 2.....	86
5.3.2.1. Caracterização dos participantes.....	87
5.3.2.2. Pesos para os critérios.....	89
5.3.3. Conclusão do item.....	105
5.4. CRIAÇÃO DOS INDICADORES PARA A GESTÃO AMBIENTAL RODOVIÁRIA DOS SERVIÇOS DE MANUTENÇÃO.....	106
5.5. ANÁLISE DOS INDICADORES.....	113
<b>6. CONCLUSÕES</b> .....	<b>114</b>
6.1. Sugestões para trabalhos futuros.....	116
REFERÊNCIAS.....	117
Apêndices.....	121

## 1. INTRODUÇÃO

Este capítulo apresenta alguns aspectos relacionados ao setor rodoviário, como histórico e desenvolvimento no país, os quais conduziram a temática ambiental que constitui o principal problema abordado nesta pesquisa. São apresentados ainda, a justificativa, os objetivos geral e específicos, seguidos da estrutura do trabalho.

### 1.1. CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

O modo de transporte mais utilizado no Brasil é o rodoviário. A malha rodoviária do país possui um total de 1.713.885 km de extensão, sendo que destes, cerca de 202,6 mil km estão pavimentados (CNT, 2013). É, também, o mais importante dos meios de desenvolvimento econômico, por interligar principais centros produtores agrícolas, industriais, além do deslocamento de pessoas (COSTA, 2010).

As rodovias tiveram sua implantação no fim da década de 30 com o Plano Nacional Viário, e durante a história, com os planos SALTE – Saúde, Alimentação, Transporte e Energia, de 1951 e o PNV – Plano Nacional Viário, de 1973, foi fixado como o principal tipo de transporte no país (ROCHA, 2006).

A partir de 1923, com o Código de Águas, Código Florestal e a Lei de Proteção à Fauna, começaram a surgir diversas legislações que também tiveram influência no Setor Rodoviário. Porém, somente em 1996, o extinto DNER - Departamento Nacional de Estradas de Rodagem, fez a criação do Corpo Normativo Ambiental para Empreendimentos Rodoviários, obrigando o cumprimento das diretrizes ambientais por todos os envolvidos nos empreendimentos (DNIT, 2006).

A Constituição Federal brasileira de 1988 foi também importante para o desenvolvimento de políticas ambientais para o país, pois foi a primeira vez na história de uma nação que houve a dedicação de um capítulo inteiro para questões ambientais (PAIVA, 2004).

Levando em consideração a preocupação legislativa e histórica das rodovias, além de seu potencial econômico e social para o desenvolvimento do Brasil, percebe-se que elas tiveram destaque apenas em sua implantação.

Atualmente, grande parte da rede de rodovias pavimentadas está com problemas emergenciais. Podem-se ressaltar os excessos de carga, o aumento de tráfego e a falta de manutenção periódica como exemplos. Durante uma pesquisa realizada pela Confederação Nacional dos Transportes, verificou-se que 63,8% das rodovias apresentavam no geral, problemas no pavimento classificados como estado regular, ruim ou péssimo (CNT, 2013).

Os projetos rodoviários interferem no meio ambiente que, por sua vez, sofre com erosões, contaminações, deslizamentos e assoreamentos. Nas obras de rodovias podem haver danos ambientais irreversíveis, pela retirada de vegetação nativa, processos de deterioração do solo e danos para a fauna, além de alterações em rios (MOTTA e BERTÉ, 2010). Os serviços de conservação rodoviária, quando acontecem, geram grandes quantidades de resíduos que deveriam ser tratados como materiais que podem ser reutilizados ou reaproveitados. Para tanto, os técnicos responsáveis por estes trabalhos precisam implantar sistemas eficientes, com recursos escassos vindos do poder público.

Diante disto, fica evidente a importância de estudar projetos integrados na implantação e manutenção de rodovias, mediante a perspectivas ambientais, associadas a gerenciamentos mais efetivos por parte do governo e empresas privadas do setor, para que haja o crescimento sustentável das rodovias.

## 1.2. JUSTIFICATIVA

As rodovias têm grande impacto ambiental desde sua implantação, afetando sistemas naturais como vegetação, topografia, curso das águas e fauna. A operação e a manutenção das estradas continuam a produzir conflitos diariamente. Dentre os outros modos de transporte, o rodoviário é o que mais tem efeitos nas condições socioambientais por apresentar maior representatividade no transporte no país.

Para administrar os problemas ambientais, além de conhecer sua ocorrência, é necessário saber da complexidade e interações de fatores que envolvem também questões sociais, culturais e econômicas. Inúmeras ferramentas gerenciais são desenvolvidas e aplicadas em todos os ramos industriais e

comerciais, porém, a adaptação para a questão ambiental ainda é prematura e ineficiente.

Os indicadores ambientais são ferramentas bastante utilizadas para a gestão ambiental (GA), pois permitem revelar as condições de parâmetros técnicos, socioambientais e ambientais em análise. Existem dificuldades em encontrar metodologias que levem em conta a priorização de fatores, que sejam confiáveis e que caibam em situações específicas, além de contemplar dados qualitativos e quantitativos com pesos equivalentes.

Deste modo, a justificativa para este trabalho é baseada quanto à proposição da identificação dos atributos de desempenho para a gestão ambiental dos serviços de manutenção rodoviária no estado do Paraná. Esta fase de estudo das rodovias foi escolhida porque o Paraná tem estabelecido um anel rodoviário que interliga as suas principais cidades e fronteiras, portanto não realiza trabalhos de implantação com tanta frequência, quanto manutenções.

### 1.3. OBJETIVOS

O objetivo principal desta pesquisa é desenvolver indicadores para avaliação do desempenho ambiental, com aplicação de uma abordagem de apoio a decisão construtivista (MDCA-C), para que seja utilizado pelos gestores como uma ferramenta de apoio a GA em obras de manutenção rodoviária. Para alcançar este objetivo foram determinados como objetivos específicos:

- Identificar as áreas de interesse, pontos de vista fundamentais e pontos de vista elementares através das interações entre os elementos relacionados no *brainstorming*;
- Verificar o grau de importância de cada critério elencado;
- Analisar as relações entre os critérios, segundo os pesos atribuídos pelos participantes da pesquisa;
- Identificar e selecionar indicadores de desempenho para a gestão ambiental na manutenção rodoviária.

#### 1.4. ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

O trabalho está organizado da seguinte maneira:

O capítulo 1 é a parte introdutória, onde são apresentadas as características do problema, a motivação, os objetivos e a justificativa para este trabalho de pesquisa.

O capítulo 2 aborda uma breve exposição sobre aGA, suas definições, histórico, aplicação no modorodoviário e algumas peculiaridades.

No capítulo 3 são expostas metodologias de apoio a decisão, algumas das mais utilizadas para o setor de transportes e finalmente o desenvolvimento da MCDA-C, que será o foco de análise deste trabalho.

O capítulo 4 contém a descrição do método da pesquisa, no qual são apresentados os processos para a criação dos indicadores para o desempenho da GA rodoviária para os serviços de manutenção pela abordagem MCDA-C.

No capítulo 5, apresenta-se uma análise dos resultados obtidos na Fase 1 e na Fase 2, como a identificação das áreas de interesse, os pontos de vista fundamentais, e a criação dos indicadores para o desempenho da GA rodoviária.

Finalmente, no capítulo 6, são apresentadas as principais conclusões e sugestões para trabalhos futuros.

## 2. GESTÃO AMBIENTAL

A Gestão Ambiental (GA) vem ganhando destaque no meio acadêmico e profissional por proporcionar métodos que minimizem os impactos negativos ao meio ambiente, fazendo com que as empresas garantam suas posições no mercado, que está cada vez mais sustentável.

Neste capítulo são abordadas definições GA, um breve histórico mundial, brasileiro e, também, as principais legislações para aplicação no setor rodoviário. Estão relacionados, ainda, alguns estudos feitos na questão ambiental em rodovias.

### 2.1. GESTÃO AMBIENTAL NA SOCIEDADE

A GA é um sistema de implantação, controle e desenvolvimento de mitigação de danos ao meio ambiente pelos processos de produção (ANDRADE, 2012). Nela estão os objetivos e políticas ambientais das instituições relacionados às legislações ambientais (MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES, 2002). Ela deve ser de administração neutra, democrática e plural da informação e do conhecimento, cuidando dos ecossistemas e controlando os riscos envolvidos (PORTO e SCHÜTZ, 2012).

Em uma linha similar, a GA tem o objetivo de conservar ou aprimorar a qualidade ambiental e a condição de vida da sociedade, diminuindo os efeitos negativos dos empreendimentos e tentando fomentar o desenvolvimento sustentável (COSTA, 2010).

Com o intuito de estabelecer regras para a sociedade com a natureza, a questão é tida como um instrumento que expõe seus resultados pautados no escopo de projetos e valores empresariais. Faz parte de suas atribuições a administração de conflitos e compreensão da interação do homem e ambiente (UEHARA *et al.*, 2010).

Assim, percebe-se que as organizações empresariais estão cada vez mais atentas à GA, devido à importância que a sociedade dá à preservação do meio ambiente, às recorrentes fiscalizações ambientais e à dificuldade no atendimento das legislações (DER/SP, 2007).

Ainda no aspecto empresarial, as questões ambientais são parte de estratégias para fortalecer a posição de mercado, servem como estímulo para aplicação de tecnologia e novas técnicas de gerenciamento. Algumas corporações tem a visão de que a questão sirva apenas para melhorar a imagem frente à sociedade e não entendem que os investimentos possam ser compensados financeiramente ao longo dos anos. Por mais que sejam implantadas medidas para as questões ambientais, a racionalidade econômica que apoia a indústria ainda impera e rege seus interesses (ALMEIDA JUNIOR E GOMES, 2012).

Algumas das grandes companhias com alto potencial de impactos ambientais, procuram adequar seu Sistema de Gestão Ambiental (SGA) às suas posições no mercado, pois podem ter sua sobrevivência e crescimento afetados pela falta de comprometimento com a GA (DNIT, 2006).

Graças ao desenvolvimento tecnológico e empresarial, o papel da GA tem destaque, mas necessita de abordagens específicas para cada setor. Para contextualizar o surgimento e fortalecimento da GA será apresentado a seguir um breve histórico e algumas das principais legislações.

## 2.2. BREVE HISTÓRICO E LEGISLAÇÕES

O termo “meio ambiente” foi citado pela primeira vez em uma reunião internacional no Clube de Roma, em 1960, que se tratava de uma organização com o objetivo de tratar de interesses comuns aos países do primeiro mundo no pós-guerra. Seguindo na década de 1970, surgiram os primeiros modelos mundiais de GA nos setores de processos com alto grau de poluição nas indústrias de base, como siderurgia, mineradoras, químicas e petroquímicas (COSTA, 2010).

Com o passar dos anos, alguns marcos da GA no mundo têm destaque. Na contextualização de seu trabalho, Paiva (2004) apresenta os principais:

- Canadá, 1984: as indústrias químicas apresentaram um programa voluntário, chamado Programa de Atuação Responsável, que continha princípios com práticas gerenciais, que davam autonomia para as organizações decidirem as formas para alcançar as metas no programa;

- *Strategies for Today's Environmental Partners*, 1990: criado pelo Instituto de Petróleo Americano, foi constituído um guia para aprimoramento do desempenho ambiental, de saúde e segurança, das indústrias do setor;
- Norma Britânica BS 7750 - *Specifications for Environmental Management Systems*, 1992: entrou em vigor dois anos após sua publicação, em 1994. Trata de especificações para o desenvolvimento, implementação e manutenção de um sistema de GA para garantir a conformidade com as declarações da empresa quanto à sua política, objetivos e metas, visando o comprometimento empresarial e a melhoria contínua. Serviu de modelo para quase todos os sistemas criados posteriormente;
- Sistema Europeu de Ecogestão e Auditorias, 1995: criou critérios para certificações ambientais de processos industriais e depois foi incluído um sistema de gestão e auditoria, padrões de desempenho e verificações por terceiros.

Pela importância da questão ambiental, surgiu internacionalmente uma série de normas de GA muito utilizada pelas organizações para conseguir um selo ambiental: a série ISO 14000. Ela tem o objetivo integrar as informações de um SGA às outras condições da gestão, para desenvolver e implementar políticas ambientais, como escopo geral do equilíbrio à proteção ambiental. As normas seguem o modelo de gestão PDCA (*Plan-Do-Check-Act*/Planejar–Executar–Verificar–Agir), o qual se preocupa com políticas, formas de planejamento, implementação, operação, verificação e análise das medidas de gerenciamento de todos os aspectos ambientais (BRASIL, 2007).

Um dos motivos para a utilização de normas, como a ISO 14000, é o que se confere à gestão a eficácia do desempenho ambiental, pois a grande quantidade de fatores não permite a padronização de processos, dificultando a ideia de mensurar o desempenho e a confiabilidade em relação ao atendimento de exigências ambientais (SEIFFERT, 2009).

Para complementar o grupo de normas ambientais, surgiram a ISO 19011 (Auditoria de Sistemas de Gestão de Qualidade e Meio Ambiente) e a ISO/WD 26000 (Responsabilidade Social). Todavia, a falta de estudos para adequar a estrutura a padrões internacionais dificulta sua promoção e aplicabilidade.

No Brasil surgiu a Política Nacional do Meio Ambiente, na redação da Lei 6.938/81, com o objetivo de preservar, melhorar e recuperar a qualidade

ambiental favorável à vida. Com o intuito de definir responsabilidades, foi criado o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) que é responsável pelas diretrizes consultivas e deliberativas, visando o desenvolvimento socioeconômico e suas interações, sendo o órgão responsável pelo estudo, assessoramento, e proposição de sistemas de GA (BRASIL, 1981).

O país também conta com o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (Instituto Chico Mendes) para executar as legislações nos estados, dando autonomia para que os órgãos estaduais e municipais possam elaborar normas complementares, relacionadas com o meio ambiente (BRASIL, 1981).

Cumprindo sua função, o CONAMA estabelece que diversos empreendimentos são obrigados a elaborar o Estudo de Impacto Ambiental – EIA e Relatório de Impacto Ambiental – RIMA. O órgão também define critérios e diretrizes para, por exemplo, o licenciamento ambiental, seguindo as diretrizes da Política Nacional do Meio Ambiente (BRASIL, 1986).

Em se tratando de licenças ambientais, existem três etapas básicas que são descritas na resolução CONAMA 237/86:

- Licença Prévia (LP) – é realizada antes de o empreendimento ser implementado, preconiza os parâmetros mínimos para que possa ser instalado ou construído, além de dar condições de execução para às próximas fases de licenças;
- Licença de Instalação (LI) – é a autorização para que a atividade seja realizada, com condicionantes ambientais e medidas para o controle de planos e projetos aprovados previamente;
- Licença de Operação (LO) – fornece a permissão para o empreendimento funcionar, baseado no atendimento das licenças anteriores.

Diversos empreendimentos precisam passar pelo “crivo” ambiental, mas durante a história da GA, não está em evidência o modo rodoviário. Tendo em vista a necessidade de caracterizar a importância da GA para rodovias, no item seguinte, serão apresentados alguns aspectos mais específicos.

### 2.3. GESTÃO AMBIENTAL RODOVIÁRIA

No Manual para Atividades Ambientais Rodoviárias(DNIT, 2006)a Gestão Ambiental Rodoviária é conceituada como o conjunto de ações, rotinas e procedimentos, que permitem a administração adequada, aos órgãos competentes, das relações entre as atividades dos empreendimentos rodoviários e o Meio Ambiente.

Por se tratar de medidas administrativas, o DER/SP (2007) aponta que existe restrição de informações a poucos profissionais, dificuldade em atualizar e otimizar os estudos ambientais, incompatibilidade de procedimentos internos das empresas com as normas brasileiras, além da dificuldade na sistematização de controle, sanções e punições em caso de permanência de problemas.

Com o aumento das exigências, os órgãos rodoviários são responsáveis por atribuir diversas diretrizes, tornando a GA focada para as peculiaridades do setor.

Alguns dos instrumentos de Gestão Ambiental Rodoviária mais aplicados são aqueles exigidos pelas legislações, como o Licenciamento Ambiental,a Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) e Estudo de Impacto Ambiental/Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA). Devido a essas exigências, diversas inovações, no que tange os métodos de controle ambientais, estão sendo difundidas e acatadas no setor rodoviário. Pode-se elencar aqui alguns utilizados, como a Supervisão Ambiental(SA),a Análise de Riscos Ambientais (ARA), a Recuperação de Áreas Degradadas (RAD), a Investigação de Passivos Ambientais (IPA) e a Avaliação de Desempenho Ambiental (ADA) (GARIBALDI *et al.*,2004).

Para entender melhor do que se trata cada um dos métodos ou processos citados anteriormente, será feita uma explanação nos parágrafos seguintes.

O processo de Licenciamento Ambiental se refere às normas sobre permissões de utilização dos recursos naturais e verificação da sua degradação. Consiste em um dos principais itens a serem cumpridos para as obras civis englobando as rodovias. Além de possuir variáveis que podem ser alteradas em diferentes etapas de planejamento, implantação e operação (BRASIL, 1997).

A AIA é a avaliação da situação ambiental, na qual é feito um diagnóstico descrevendo as condições existentes. Envolve, ainda, a previsão

deações, eventos ou impactos que podem ser gerados referentes aos objetivos finais dos empreendimentos. Pode ser referida como instrumento ou procedimento que prevê as consequências de alguma decisão (SÁNCHEZ, 2006).

O EIA é “um dos elementos de avaliação prévia de impacto ambiental” (DNIT, 2006). Deve ser realizado por equipe multidisciplinar que analisa de forma sistemática as consequências no meio ambiente da implantação de projetos e atividades, prevendo e aferindo os impactos ambientais suscetíveis àqueles serviços. No mesmo Manual do DNIT (2006), o RIMA é definido como uma versão simplificada do EIA para o público “leigo”. Brasil (1986) diz que no RIMA deve conter, no mínimo, os seguintes itens:

- Objetivos e justificativas do projeto de acordo com as políticas, legislações e programas do governo;
- Descrição do projeto com especificações de cada fase da construção, assim como os insumos materiais, humanos e técnicos a serem usados;
- Resumo dos resultados dos diagnósticos ambientais das áreas de influência do empreendimento;
- Descrição da previsão de impactos ambientais das fases de implantação e operação, considerando o tempo de incidência e caracterizando-os para melhor elucidar as técnicas, métodos e critérios para sua identificação, quantificação e interpretação;
- Detalhamento das características ambientais futuras, quando da aplicação do projeto e consideração se não for implantado, assim como a descrição do efeito das medidas mitigadoras em relação aos impactos negativos, além de planos de contingência da não efetividade das medidas propostas;
- Demonstração do programa de acompanhamento e monitoramento dos impactos.

Para a AIA, não existe um padrão para a realização da avaliação, por se ter um alto grau de complexidade, particularidade em cada empreendimento ou projeto e heterogeneidade multidisciplinar da equipe técnica. A elaboração do EIA/RIMA também se reflete nesta falta de padronização. Além disso, o processo da AIA sem os estudos adequados pode trazer prejuízos quanto à não execução do empreendimento, assim como danos ambientais não considerados ou ainda à população (OLIVEIRA E MEDEIROS, 2007).

As exigências de desempenho ambiental estabelecem itens que precisam ser atingidos para os desembolsos financeiros. Os contratos de concessão de rodovias podem ser citados como exemplo. A ADA ajuda a estimar os resultados do planejamento, técnicas construtivas e serviços de manutenção das obras rodoviárias. Além de permitir a verificação dos processos de controle ambiental, identificação de falhas e a análise dos resultados da gestão durante o desenvolvimento da obra (COSTA, 2010).

Outra ferramenta de GA que permite verificar os resultados obtidos nas obras, mediante a comparação com os requisitos ou condições previamente estabelecidas para tal, é a análise de desempenho ambiental, que se enquadra na Avaliação de Desempenho Ambiental (ADA). De acordo com a ABNT (2004), trata-se de um processo de gestão interna, que usa indicadores para fornecer informações comparativas durante o processo de avaliação.

É importante ressaltar que a ADA é utilizada para diferentes atividades. Nos empreendimentos rodoviários, buscam-se novos métodos para avaliação das condições ambientais das obras em execução. Os resultados da ADA das empresas construtoras podem ser divulgados às partes interessadas e utilizados pelos órgãos responsáveis pelo gerenciamento rodoviário (MOTTAE BERTÉ, 2010).

Apesar de vários estudos no setor rodoviário, ainda existe a premissa de pensar economicamente nos efeitos dos pavimentos, sem considerar os aspectos ambientais (SANTERO; HARVEY; HORVATH, 2011). Tal fato torna as análises de documentos ambientais muito lentas, pois, de um modo geral, a infraestrutura dos órgãos responsáveis pelas licenças é insuficiente e não há técnicos capacitados para atender à demanda de projetos. São necessários, portanto, constantes melhoramentos e maior atenção para essas atividades, além de ter um corpo técnico interdisciplinar para poder analisar a diversidade de elementos que compõem os estudos ambientais (JERONYMO *et al.*, 2012).

Por fim, a GA em rodovias é um tanto quanto complexa e traz características muito particulares em comparação com outros empreendimentos comerciais e industriais. No próximo tópico estão definidos os principais impactos pertinentes ao setor rodoviário.

## 2.4. IMPACTOS AMBIENTAIS EM RODOVIAS

Os empreendimentos rodoviários são obras de grande porte que podem trazer alterações ao desenvolvimento natural e ordenamento territorial de uma região (MOTTA, 2006).

Os principais impactos ambientais negativos de obras rodoviárias estão relacionados com a instalação de canteiro de obras, utilização de materiais para empréstimo e bota fora, alterações topográficas, pavimentação, tráfego de máquinas, poluição sonora por ruídos ou vibrações, poeira por solo fino solto e disperso, lixo urbano em marginais de rodovias, impactos no meio biótico, fauna e flora, entre outros (MOTTA, 2006; SINAY, TAMAYO e FOFLIATTI, 2012).

A Resolução nº 1 do CONAMA (BRASIL, 1986) define que impacto ambiental é todo tipo de alteração de características físicas, químicas e biológicas do meio ambiente provocada por atividades humanas, podendo afetar a saúde, segurança, atividades sociais e econômicas, as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente, a biota e a qualidade de recursos.

Sendo assim, o Impacto ambiental pode ser definido como resultado da alteração de atividades naturais ou sociais provocados pelo homem, que podem ter características positivas e negativas como em qualquer projeto ou ação. A partir do exposto, os impactos podem acontecer com a retirada, inserção ou sobrecarga de elementos no ambiente. Cita-se como exemplos: a retirada de vegetação; a introdução de construções; e a incapacidade de suporte do meio promovida por certo tipo de poluição (SÁNCHEZ, 2006).

Alguns destes problemas ambientais em rodovias podem provocar os chamados passivos ambientais. Em seu trabalho, Pichi (2011) indica que os passivos podem advir das despesas relativas às áreas contaminadas, resíduos, e não cumprimento da legislação ambiental, além de danos e ineficiência ao atendimento de normas e certificações. Sánchez (2001), por sua vez, diz que os passivos ambientais podem ser de ocorrência de acidentes, por irregularidades em atividades ou pela desativação de atividades contaminadoras.

Para melhor contextualizar alguns passivos ambientais, Paraná (2000) aborda os mais relevantes:

- Poluição de rios por resíduos de usinas de asfalto; assoreamento e ou poluição dos cursos d'água;

- Contaminação por combustíveis e outros produtos tóxicos; erosão devido aos sistemas de drenagem;
- Acidentes rodoviários causados pela deficiência de sinalização, deterioração ou encobrimento pela vegetação;
- Acúmulo de lixo na faixa de domínio;
- Não atendimento à legislação ambiental nos aspectos físicos (solo, água e ar), biológicos (fauna e flora) e antrópicos.

Verifica-se, portanto, a complexidade da definição e a dificuldade em lidar com todos os aspectos da GA de rodovias. Paiva (2004) afirma que existe a necessidade de se gerenciar a operação dos sistemas de transportes rodoviários para garantir um ambiente sustentável à população.

Vários métodos estão em estudo com o intuito de facilitar a identificação de passivos ambientais, assim como mostrar quais características são importantes para a GA. Para assegurar a qualidade e eficiência da GA, os indicadores ambientais são ferramentas que ajudam no processo de gerenciamento.

## 2.5. INDICADORES AMBIENTAIS

Os indicadores são dados quantificados, de fácil compreensão e informações simples para serem ferramentas de avaliação. No contexto ambiental, são dados que representam aspectos do estado do meio ambiente, dos recursos naturais e de atividades humanas (MMA, 2014).

Outro aspecto importante dos indicadores ambientais é que sejam ferramentas que forneçam informações com resultados de tendências ambientais, que possam ser enxergadas com mais facilidade para esclarecer a complexidade da questão ambiental. A difusão e emprego de indicadores ambientais permitem que a tomada de decisão seja facilitada e que também possa trazer para a sociedade valores relacionados à ecologia, tais como cuidados com os recursos e mitigação de desperdício (GOMES, 2011).

Para a criação de bons indicadores existem alguns parâmetros que, segundo UNEP (2007), podem ser destacados:

- Ter clareza, fácil entendimento e interpretação;
- Ter dados de qualidade para servir de base para ações decisórias;

- Ser flexível em relação às mudanças do meio ambiente ou das atividades da sociedade que tem relação com os indicadores;
- Ter valores de referência ou indicadores internacionais;
- Ser objetivo;
- Poder ser alterado com facilidade, mediante a entrada de dados;
- Ser limitado em número.

Gomes e Malheiros (2012) apresentam uma análise dos critérios para os pontos fortes e fracos dos indicadores ambientais e seus procedimentos de aplicação. Apontam, ainda, que servem para auxiliar na compreensão, retratar de forma clara e sucinta os aspectos avaliados, para que possam ser transparentes e sirvam de apoio à tomada de decisão.

Dexheimer (2012) faz um estudo sobre o método da Pegada Ecológica, aplicando ao setor rodoviário em um trecho de uma rodovia federal de Santa Catarina. Este indicador refere-se à medida de área que o homem ocupa para usufruir de um determinado padrão de consumo de bens naturais em relação a capacidade natural de regeneração do planeta. Concluiu que as obras de manutenção rodoviária são os impactos que mais influenciaram em um valor monetário significativo.

Costa (2010) e Costa e Sánchez (2010) desenvolveram uma ferramenta para a avaliação do desempenho ambiental de obras de recuperação de rodovias, com aquisição de dados por meio de vistorias e relatórios ambientais, classificação de não conformidades com escala de importância e cálculo de índices de nãoconformidade ambiental. Os autores verificaram a necessidade de regular a GA, fazendo acompanhamentos sistemáticos com indicadores de desempenho ambientais nas obras, com profissionais com experiência em supervisão ambiental.

O método *Greenroads*, desenvolvido em Washington e adaptado por Barboza (2013), foi aplicado em um trecho no estado do Piauí, mediante a ele, pode ser dada uma classificação com as notas verificadas por atributos de sustentabilidade das rodovias, mostrando os pontos desfavoráveis da GA no quesito de atendimento mínimo às legislações de obras rodoviárias.

Sinay, Cruz, e Dexheimer (2005) propuseram alguns indicadores ambientais que fazem parte do grupo rodoviário: qualidade da água, vazão de rios, qualidade do ar, qualidade do solo, degradação do solo, ruído, número de

ocorrências indesejáveis, endemismos, qualidade da flora, faixa lindeira invadida, movimentos de massa, consumo de energia, consumo de combustíveis e geração de resíduos.

## 2.6. CONSIDERAÇÕES DO CAPÍTULO

A complexidade do sistema e imaturidade dos processos de GA aplicados às rodovias merece o estudo de sua evolução histórica e aplicação de sistemas inovadores de controle e monitoramento ambientais, os quais servirão para o melhoramento da gestão, assim como o entendimento dos impactos gerados pelas rodovias.

As legislações ambientais e os estudos requeridos por elas devem ser executadas de maneira minuciosa, com corpo técnico habilitado, de profissionais de diferentes áreas, para levantar todos os possíveis pontos a serem levados em consideração para elucidar e atender os compromissos empresariais relativos às questões do meio ambiente.

O relacionamento dos impactos ambientais associados às rodovias está atrelado a diversos itens que surgem em diferentes fases da vida dos empreendimentos. O conhecimento e a verificação de sua importância estão atrelados à transparência das questões relacionadas e às medidas adotadas pela GA.

O uso de indicadores é uma forma eficiente de dar esta visibilidade para as rodovias, visto que são trazidos de outras áreas dos setores industriais e empresariais e podem ser aplicados graças a recentes pesquisas desenvolvidas.

### 3. METODOLOGIAS DE APOIO À DECISÃO

Diversas situações do cotidiano são complexas e envolvem incertezas. Pode-se classificar a análise de decisões por qualitativas ou quantitativas. As qualitativas envolvem aspectos subjetivos, que são identificadas por preferências individuais. Já as quantitativas podem ser facilmente explicitadas e mensuradas. Existem diversos métodos que servem para apoiar a decisão, que tem como campo de ação a geração de recomendações para a reflexão e definição de procedimentos formalizados como, por exemplo, os métodos AHP, *Fuzzy*, Superposição de mapas, *Delphi*, *Check List* etc. (ENSSLIN; MONTIBELLER; NORONHA, 2001).

O objetivo dos métodos de apoio a decisão é obter modelos explícitos, porém não formalizados, criar respostas para cada etapa de decisão; viabilizar soluções; aumentar a coerência entre aspectos subjetivos e objetivos; ampliar o debate de ideias com os atores envolvidos no processo. É importante ressaltar que esse tipo de método vem para apoiar as decisões dos decisores. Não existe decisão correta ou com alto grau assertivo, mas sim liberdade para tomar a decisão (ROY, 2005).

O mesmo autor define que, até a década de mil novecentos e sessenta as decisões eram modeladas para serem tomadas por apenas uma pessoa (pesquisa operacional). As alternativas eram facilmente comparáveis entre si e poderiam ser moduladas com equações matemáticas bem definidas, por isso eram utilizados os modelos monocritério.

#### 3.1. MÉTODOS DE ANÁLISE MULTICRITÉRIO

A avaliação multicritério é utilizada para quantificar a influência de vários critérios na tomada de decisão. O processo organiza uma estrutura hierárquica, em que a meta do problema, ou o objetivo do processo de decisão, é o nível mais alto (LIMA; RAMOS; FENANDES JR, 2009). Desta forma, o decisor pode identificar as melhores medidas a serem tomadas para os resultados esperados.

Segundo Martel (1999), vários setores podem utilizar os métodos multicritério, tais quais como as áreas de meio ambiente, planejamento de produção,

gestão de energia, gestão de resíduos, planejamento econômico, gestão financeira, gestão urbana e de transporte, avaliação de projetos, gestão da produção, gestão de recursos humanos e materiais, entre outros. A seguir serão apresentados alguns trabalhos que a utilizaram.

Madeira Junior *et al.*, (2011) fazem uma interação entre a análise fatorial, muito utilizada na Pesquisa Operacional (PO), e a Metodologia Multicritério Construtivista, como usode métodos estatísticos para reduzir a quantidade de variáveis de decisão. Os autores ressaltam que a capacidade cognitiva dos decisores é limitada e é possível facilitar o julgamento de critérios após a interação no tema proposto.

Wolff (2008) aborda o método AHP – *Analytich Hierarchy Process* que é um método de decisão multicriterial, que organiza uma hierarquia de um problema, para que sejam comparadas alternativas em matrizes e resultem em um vetor de prioridade das mesmas. É indicado para o setor de transportes pela geração de critérios, por quem vai decidir a situação e a comparação das alternativas em relação a esses critérios. Dentre os resultados esperados estão: visualização de conjuntos de alternativas, escolha de planos de ação, medição de desempenho, planejamento e solução de conflitos. A dificuldade no uso deste método se baseia na grande quantidade de alternativas e critérios.

Os estudos e aplicações do método MCDA, são usados amplamente em organizações empresariais, atendimento a clientes e no campo educacional. Pode-se perceber que, em todos estes estudos, não há padronização suficiente de informações, pois há grande variedade de fatores, trazendo dificuldade aos gestores em tomar a decisão correta. Conforme citado, o MCDA-C pode trazer a visibilidade de todos os possíveis problemas, a partir de pontos de vista dos próprios gestores, de modo a facilitar sua interpretação e resolução.

Problemas aparentemente simples, como entender um sistema de estacionamento de um aeroporto, podem fazer o uso de métodos multicritério e ter resultados diferentes da PO, que teriam resultados pautados em análises apenas quantitativas (TEIXEIRA *et al.*, 2012).

Enssilin *et al.* (2013) usam o MCDA para analisar fornecedores de equipamentos mecânicos em uma empresa de engenharia, para a competitividade e melhorados sistemas de compras da empresa, permitindo a demonstração da construção do conhecimento por diversos setores da companhia em questão.

Costa (2008) criou um índice de mobilidade urbana sustentável a partir da abordagem MCDA-C, com o estudo de uma ferramenta para diagnóstico e monitoramento da mobilidade urbana em onze cidades brasileiras. Fez uma comparação entre os critérios para cada região e possibilitou um amplo alcance para subsidiar políticas e estratégias para melhorar os parâmetros do planejamento de cidades.

Sannemann (2001) identifica os fatores mais críticos que afetam as organizações e sua estrutura. Com abordagem sistêmica e a cartesiana usadas para o entendimento dos gestores, visando a melhoria do sistema.

Segundo o exemplo de diversos trabalhos, escolheu-se a MCDA-C, para realizar esta pesquisa. A seguir está detalhada sua estrutura e técnicas para aplicação.

### 3.2. ASPECTOS GERAIS DA MCDA-C

O método MCDA-C - *Multicriteria Decision Aid – Constructivist*, ou Método Construtivista de Apoio à Decisão, é uma técnica sistemática que leva em consideração os diversos aspectos de um problema considerado importante pelo decisor, sejam qualitativos ou quantitativos (ENSSLIN; MONTIBELLER; NORONHA, 2001).

Os mesmos autores dizem que pode ser uma técnica de avaliação de desempenho para apoiar o decisor na identificação de objetivos, mensuração e o conhecimento do impacto de alternativas em conjunto.

O método de Apoio à Decisão que tenha a adoção de abordagem construtivista procura contribuir para a construção de ideias individuais, decisões coletivas e compromissos entre diversos fatores (SABOYA, 2007).

Por causa do construtivismo, percebe-se que durante seu processo de resolução, o entendimento dos decisores e suas opiniões evoluem de acordo com as novas informações, reflexões, debates e visibilidade de outras experiências (ROY, 1993).

O modo de discussão e condução do processo MCDA-C, influencia na percepção dos atores envolvidos, portanto, não se deve apenas observar os aspectos considerados objetivos, e sim todos os itens subjetivos, para que sejam

estruturados em fase seguinte e possam contribuir para a análise do problema (ROY, 1993).

Na Tabela 1 estão descritas as diferenças entre o Paradigma Racionalista e o Paradigma Construtivista.

**Tabela 1:** Características dos Paradigmas Racionalista e Construtiva

	<b>Paradigma Racionalista</b>	<b>Paradigma Construtivista</b>
Tomada de Decisão	Momento em que ocorre a escolha da solução ótima	Processo ao longo do tempo envolvendo interação entre os atores
Decisor	Totalmente racional	Dotado de sistema de valores próprio
Problema a ser Resolvido	Problema real	Problema construído (cada decisor constrói seu próprio problema)
Os modelos	Representam a realidade objetiva	São ferramentas aceitas pelos decisores como úteis no apoio à decisão
Os Resultados dos Modelos	Soluções ótimas	Recomendações que visam atender aos valores dos decisores
O Objetivo da Modelagem	Encontrar a solução ótima	Gerar conhecimento aos decisores sobre seu problema
A validade do modelo	Modelo é válido quando representa a realidade objetivamente	Modelo é válido quando serve como ferramenta de Apoio à Decisão
Preferência dos Decisores	São extraídas pelo analista	São construídas com o facilitador
Forma de Atuação	Tomada de decisão	Apoio à Decisão

**Fonte:** ENSSLIN; MONTIBELLER; NORONHA, 2001

Bana e Costa (1993) acreditam em três convicções fundamentais para o construtivismo:

- **Interpenetrabilidade** entre o sujeito e o objeto: característica que significa não ser possível separar sujeito do objeto avaliado. Os valores do sujeito, ou decisor, estão atrelados ao problema e são diferentes para cada indivíduo;
- **Construtivismo:** na construção dos itens deste método, o entendimento do problema é construído paulatinamente, sendo que o decisor não tem seu problema bem definido no início do processo e sua visão é fragmentada, porém não compreende as interações que suas opiniões têm umas nas outras;
- **Participação:** se refere a participação da estruturação do problema e de construção do modelo de avaliação dos atores envolvidos. Sendo, portanto, uma ferramenta participativa, refletindo a interação do problema com os valores dos atores.

Outros autores ainda enfatizam o citado acima, como Sannemann (2001), que se refere ao construtivismo como uma visão de desempenho construída pelos gestores, antes da tomada de decisão, com aspecto multicriterial. As características da MCDA-C pressupõem que os decisores não conheçam todos os elementos envolvidos, ou que a problemática não está bem definida, assim, precisam debater e estruturar de forma gradativa as informações para o problema (COSTA, 2008).

### 3.2.1. Os Atores da MCDA-C

Existem alguns parâmetros para definir os participantes das ações relacionadas à MCDA-C, chamados de sistema de atores e são os seguintes, de acordo com Ensslin, Montibeller e Noronha (2001):

- **Decisor:** é o responsável pela resolução da situação em questão, tem o controle sobre os meios para a conclusão da decisão e também é quem será capaz de validar o processo após sua conclusão, levando em conta seus valores profissionais, individuais, empíricos e também as aspirações dos intervenientes e suas relações com o meio;
- **Intervenientes:** são aqueles que podem influenciá-lo diretamente nas decisões do decisor pelo seu sistema de valores;
- **Agidos:** os atingidos pelas decisões tomadas, não tem influência ou poder para interferir nelas, diretamente;
- **Facilitador:** responsável pelo auxílio na construção do modelo de avaliação, orientando a coleta de informações e o entendimento das consequências da decisão, e, em níveis de organização maiores, pode elaborar recomendações para o decisor.

### 3.2.2. Fases da MCDA-C

Após a identificação dos atores no processo, deve-se definir uma problemática de referência que permita identificar claramente as situações de estruturação e avaliação para a modelagem do contexto de decisão. Segue-se então para as etapas de (i) estruturação do problema; (ii) avaliação; e (iii) conclusões e recomendações (COSTA, 2008).

As etapas a seguir seguem como base a descrição dos trabalhos de Ensslin; Montibeller e Noronha (2001), Saboya (2005), Costa (2008), Bana e Costa (1993), Martel (1999) e Roy (1996).

Na fase de Estruturação, o problema é definido através da geração de conhecimentos e da sistematização de elementos relacionados a ele, segundo as etapas:

- a) **Contextualização do problema:** nesta etapa deseja-se entender qual é a problemática a ser resolvida e identificar os atores envolvidos. Deve ser criado um rótulo que represente o problema a ser resolvido. O rótulo deve ser claro, sintetizar o contexto decisório, limitar a análise e descrever sinteticamente os objetivos. Esta etapa, geralmente é realizada pelo facilitador, que verifica as aspirações do decisor;
- b) **Elementos Primários de Avaliação (EPAs):** estão relacionados aos objetivos, metas, ações, ideias, perspectivas, alternativas e valores expressos pelos decisores, que estejam em aspectos relacionados ao problema. O levantamento pode ser por meio de listas escritas pelos decisores, estimuladas com perguntas imparciais realizadas pelo facilitador. Outro modo de se fazer este levantamento é o *brainstorming*, traduzida aqui como tempestade de conceitos, na qual o facilitador debate com os decisores de forma oral, para que discutam suas perspectivas entre si. Em ambas técnicas, deve-se coletar a maior quantidade possível de EPAs, de maneira que sejam esgotadas as possibilidades de criação de elementos. Deve-se enfatizar a neutralidade da parte do facilitador quanto à condução desta etapa. A liberdade permitida pela técnica de *brainstorming* pode, inevitavelmente, provocar críticas, repetição de elementos ou, ainda, desalinhamento quanto à contextualização do problema. Deste modo, destaca-se a importância do facilitador interferir no andamento da etapa, em relação à dinâmica aplicada. Na Tabela 2 são apresentadas algumas recomendações para estimular a criatividade dos participantes.

**Tabela 2:** Estratégias para identificar EPAs

<b>Estratégia</b>	<b>Pergunta que Deve Ser Feita</b>
Aspectos Desejáveis	Quais são os aspectos que você gostaria de levar em conta em seu problema?
Ações	Quais características distinguem uma ação (potencial ou fictícia) boa de uma ruim?
Dificuldades	Quais são as maiores dificuldades com relação ao estado atual?
Consequências	Quais consequências das ações são boas/ ruins/inaceitáveis?
Metas/Restrições/Linhas Gerais	Quais são as metas/restrições/ e linhas gerais adotadas por você?
Objetivos Estratégicos	Quais são os objetivos estratégicos neste contexto?
Perspectivas Diferentes	Quais são para você, segundo a perspectiva de um outro decisor, os aspectos desejáveis/ações/dificuldades/etc.?

**Fonte:** Adaptado de Ensslin; Montibeller; Noronha, 2001

- c) **Conceitos orientados à ação (objetivos):** o próximo passo é transformar os EPAs em um conjunto de conceitos orientados à ação, colocando um verbo no infinitivo referente à ideia que o EPA expressa, designando o polo positivo. Para dar clareza e sentido é necessário que o oposto psicológico, ou polo negativo, seja apontado. Na Tabela 3 estão alguns exemplos.

**Tabela 3:** Exemplos de EPAs com conceitos orientados à ação (escolha de um telefone celular)

Elementos Primários de Avaliação	Conceito Orientado à ação	
	Polo Positivo	Polo Negativo
<b>Capacidade da bateria</b>	Ter carga superior a 24 horas	Recarregar durante o uso
<b>Tamanho da tela</b>	Enxergar com clareza números e algarismos	Dificuldade para enxergar na tela
<b>Design</b>	Ter design inovador e exclusivo	Ter o mesmo design dos outros celulares

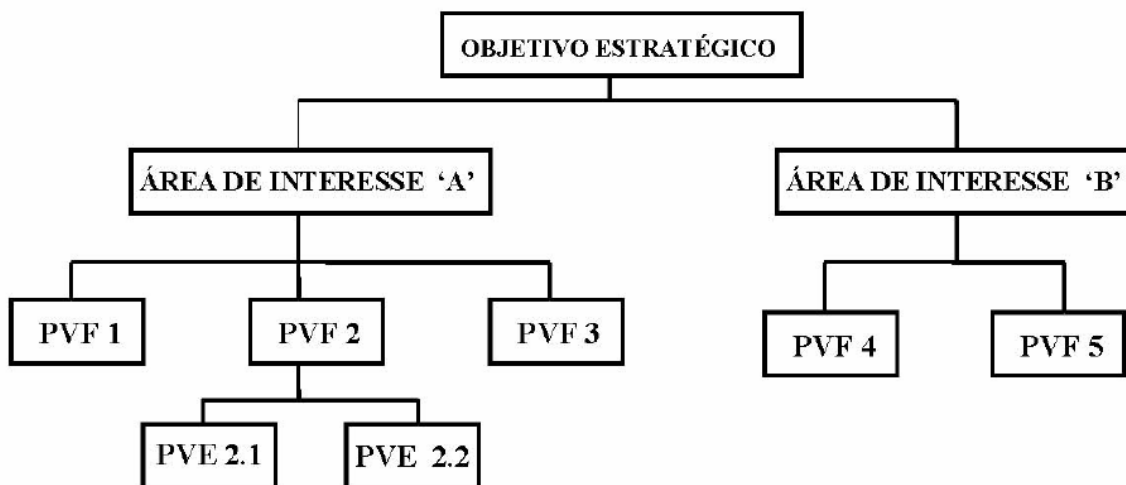
**Fonte:** Organizado pelo autor, 2015

- d) **Separação em áreas de preocupação (clusters):** nesta etapa é realizado o agrupamento de conceitos com seus semelhantes. Os *clusters* são grupos categorizados por elementos similares com ligações internas, correspondentes a ideias de um mesmo aspecto ou tema;
- e) **Mapas Cognitivos ou de relações meios e fins:** após a categorização dos EPAs conceituados, realiza-se as relações entre os conceitos, de maneira que seja possível o entendimento da questão pela atratividade dos conceitos. A definição de relações de meios e fins significa que, para um determinado

fim (conceito orientado à ação), existe um meio pelo qual se precisa passar para alcançá-lo. Podem-se adicionar algumas ideias que surjam após esta etapa, pois as conexões realizadas permitem que os decisores façam mais “processos cognitivos”. Porém, deve-se atentar ao tempo de aquisição dos dados com os decisores, para que consigam estar despertos e motivados para realizar o modelo;

- f) **Construção da estrutura hierárquica de valores e identificação dos Pontos de Vista Fundamentais (PVFs):** após a análise do mapa cognitivo, percebem-se os aspectos essenciais avaliados pelos decisores, os PVFs, com o maior número de interações ou flechas de ligação. Os PVFs podem ser decompostos em dois ou mais pontos de vista elementares (PVE), que servirão para dar mais clareza ao elemento superior, como detalhado na Figura 1 (COSTA, 2008).

**Figura 1:** Hierarquia de Pontos de Vista



Fonte: ENSSLIN; MONTIBELLER; NORONHA, 2001

- g) **Descritores:** “são conjuntos de níveis de impacto associados a um objetivo, de forma a descrever e hierarquizar as possíveis consequências das propriedades das alternativas avaliadas” (SABOYA, 2007). São as escalas usadas para representar o valor quantitativo que cada objetivo tem dentro do problema estudado. É necessário o ordenamento dos descritores, em relação à preferência dos decisores, atribuindo os valores de referência, “0” (zero), nível neutro; e “100” (cem), nível bom, que representam o pior nível aceitável e a melhor ação viável.

A fase seguinte do método MCDA-C é a de avaliação, que construirá o modelo que será utilizado para “contabilizar” os impactos para os critérios definidos anteriormente. Esta fase é composta das etapas de (i) funções de valor; (ii) taxas de compensação ou substituição; (iii) modelo geral de avaliação; (iv) análise de sensibilidade. Cada uma destas fases é detalhada a seguir:

- i. **Funções valor:** representações matemáticas dos julgamentos dos decisores, por aplicação de escala numérica nos descritores. É possível representar quantitativamente o grau de atratividade de cada nível de impacto dos PVFs. As funções valor podem ser obtidas por diversos métodos, tais como a pontuação direta, que foi utilizada neste trabalho, a bissecção e julgamento semântico;
- ii. **Taxas de compensação ou substituição:** são utilizadas para definir o percentual de participação de cada objetivo na avaliação do modelo. Compara-se os objetivos por métodos diversos, tais como *trade-off*, *swingweight* e comparação par a par;
- iii. **Modelo geral de avaliação:** etapa de comparação de perfis de desempenho das alternativas, na qual o nível de impacto de cada alternativa é analisado, identificando a consequência esperada e modelando a avaliação;
- iv. **Análise de sensibilidade:** identificação da relevância das variáveis. Avalia-se como a mudança de valores pode interferir no resultado da proposta do modelo.

Após a conclusão do processo de avaliação são verificadas as recomendações para a decisão que será tomada. A preocupação da MCDA-C se baseia na estruturação do conhecimento e ao apoio à decisão. Deste modo, a interação e participação dos decisores é fundamental para gerar conclusões a partir dos modelos.

### 3.3. CONSIDERAÇÕES DO CAPÍTULO

Os métodos de apoio a decisão são advindos de insucessos das pesquisas operacionais. A dificuldade de se traduzir em apenas uma variável qualquer decisão, seja empresarial ou pessoal, vem ao encontro do estudo e difusão das metodologias de apoio à decisão.

Vários ramos de aplicação podem ser verificados nas Metodologias Multicritério, pois traduzem as aspirações dos interessados, assim como consegue apoiar o conhecimento da solução dos problemas gerados por inúmeras questões.

A MCDA-C se mostra um método versátil por sua aplicação em diversos setores. Estudos recentes mostram a sua importância e difusão crescente dentro dos ramos empresariais, ambiental, industrial e de infraestrutura. Para usar este tipo de método é importante conhecer todas suas peculiaridades e possíveis formas de uso. Deve-se ter clareza ao fazer sua aplicação, visto que várias pessoas de diferentes níveis organizacionais podem participar do procedimento da criação de modelos para avaliação.

#### 4. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Neste item são apresentados os processos para o desenvolvimento dos indicadores de avaliação do desempenho para a rodoviária dos serviços de manutenção, sendo abordadas todas as etapas para a coleta e manipulação dos dados. A abordagem MCDA-C foi escolhida por auxiliar no processo da escolha, ordenamento e classificação de alternativas, além da possibilidade de registrar as experiências empíricas de profissionais de diversas áreas para agregar aos indicadores perspectivas diferentes e complementares.

O procedimento foi desenvolvido em duas etapas. Em ambas as fases foram feitas coletas de dados do tipo *brainstorming* com profissionais de diversas áreas relacionadas com a temática ambiental e com manutenção de rodovias. O *brainstorming* foi escolhido por promover a participação de todos e por fazer com que os participantes tivessem suas opiniões confrontadas ou melhoradas a partir de outras. A Fase 1 foi desenvolvida principalmente com a intenção de testar e aprimorar a coleta dos dados. Na Fase 2 foram consideradas as opiniões dos profissionais técnicos responsáveis pela manutenção de rodovias do órgão rodoviário estadual do Paraná.

##### 4.1. Planejamento do procedimento experimental

Este item descreve o planejamento do procedimento experimental, seu delineamento e etapas.

##### 4.1.1. Seleção dos atores

Na abordagem MCDA-C existe um sistema de atores que são as pessoas responsáveis pela criação do conhecimento de certo problema: decisor; facilitador; intervenientes e agidos.

Para ambas as etapas, o autor do trabalho foi o facilitador, que incitou a participação dos intervenientes e coletou suas opiniões; os agidos foram os

usuários dos sistemas de rodovias e os decisores da Fase 1 foram os alunos de pós-graduação do programa de mestrado em Engenharia de Edificações e Saneamento da Universidade Estadual de Londrina; já na Fase 2 foram os gestores, gerentes e outros profissionais técnicos do órgão estadual de rodovias no Paraná, que poderão utilizar este estudo para aplicar na GA de rodovias.

#### 4.1.1.1. Fase 1

Na Fase 1 os intervenientes escolhidos foram alunos de pós-graduação do curso de Mestrado em Engenharia de Edificações e Saneamento da Universidade Estadual de Londrina. O referido programa de pós-graduação tem o cunho de sustentabilidade com presença significativa da questão ambiental. Na Tabela 4 estão listadas as formações acadêmicas dos estudantes participantes.

**Tabela 4:** Formação dos Intervenientes - Fase 1

Graduação	Quantidade
Arquitetura	1
Biologia	1
Engenharia Ambiental	5
Engenharia Civil	4
Engenharia Química	1
<b>Total</b>	<b>12</b>

**Fonte:** Organizado pelo autor, 2015

Como a pesquisa tem o cunho descritivo das opiniões dos participantes, julga-se a amostra populacional o foco de estudo, desta forma, todas as análises se basearão nos dados compilados desta fase.

A participação como intervenientes somente dos alunos de pós-graduação se justifica pela dificuldade de contato inicial com profissionais de concessionárias de rodovias ou órgãos públicos que pudessem participar dentro do cronograma previsto no pré-projeto.

#### 4.1.1.2. Fase 2

O mesmo sistema de atores da Fase 1 foi seguido: decisor; facilitador e agidos. Porém, os participantes da Fase 2 foram os profissionais do órgão público rodoviário do estado do Paraná.

Foram realizados *workshops* com os profissionais especialistas em rodovias do Estado em diferentes regiões. As cidades sede dos escritórios regionais dos órgãos públicos foram: Cascavel; Curitiba; Londrina; Maringá e Ponta Grossa.

Na Tabela 5 estão as formações acadêmicas dos profissionais participantes do *workshop*, com suas referidas cidades sede.

**Tabela 5:** Formação dos Intervenientes - Fase 2

<b>Formação</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Cidade</b>
Engenharia Civil	2	Cascavel
Engenharia Florestal	1	Cascavel
Engenharia Civil	6	Curitiba
Engenharia Ambiental	1	Curitiba
Biologia	1	Curitiba
Técnico em estradas	1	Curitiba
Engenharia Civil	4	Londrina
Engenharia Ambiental	1	Londrina
Geografia	1	Maringá
Engenharia Ambiental	1	Maringá
Engenharia Civil	1	Maringá
Engenharia Civil	6	Ponta Grossa
Engenharia Florestal	2	Ponta Grossa
Engenharia Ambiental	1	Ponta Grossa
<b>Total</b>	<b>29</b>	

**Fonte:** Organizado pelo autor, 2015

A escolha destas cidades aconteceu pelo fato de serem as sedes regionais do órgão rodoviário do Estado. Após a autorização do órgão rodoviário estadual para a coleta das opiniões, o facilitador fez pessoalmente o levantamento dos dados, que será descrito a seguir.

#### 4.2. Apresentação inicial da pesquisa

No primeiro encontro, em ambas as fases, houve uma breve apresentação do contexto da GA na manutenção de rodovias e explanação da abordagem MCDA-C, com uma apresentação em *slides*, para detalhar a problemática ambiental e as etapas do método da pesquisa.

Foi criada uma pasta de trabalho eletrônica para facilitar a inserção, manipulação e correção dos dados.

Na Figura 2 é mostrada a planilha inicial das características dos envolvidos no processo. As células à esquerda são os títulos (Decisor, Facilitador, Intervenientes, Agidos e Horizonte de tempo) e as em cinza escuro, à direita, são as que foram preenchidas para cada *workshop*.

**Figura 2:** Identificação dos envolvidos no processo

<b>OBJETIVO PRINCIPAL A SER ALCANÇADO</b>	
<b>Decisor</b>	<b>QUEM RESOVERÁ O PROBLEMA</b>
<b>Facilitador</b>	<b>QUEM AUXILIARÁ NA CONSTRUÇÃO DO MODELO</b>
<b>Intervenientes</b>	<b>QUEM INTERFERE NA DECISÃO</b>
<b>Agidos</b>	<b>QUEM É ATINGIDO PELA DECISÃO</b>
<b>Horizonte de Tempo</b>	<b>TEMPO PARA IMPLANTAR AS MEDIDAS</b>

**Fonte:** Organizado pelo autor, 2015

O preenchimento de cada item da Figura 2 pode ser assim explicado:

- **Objetivo principal a ser alcançado:** definição da análise, criação de um rótulo para explicar o estudo. Neste caso: “Identificar os atributos do desempenho para Gestão Ambiental Rodoviária dos serviços de manutenção”;
- **Decisor:** pessoa que tem a responsabilidade de resolver o problema. Profissionais, técnicos, gestores, engenheiros que fazem parte diretamente da GA rodoviária;
- **Facilitador:** indivíduo que auxiliará os decisores para a construção do modelo de análise. O autor deste trabalho;
- **Intervenientes:** pessoas ou companhias que podem influenciar nas decisões. Os profissionais, técnicos, gestores e gerentes.

- **Agidos:** os atingidos pelas decisões tomadas, não tem influência ou poder para interferir nelas, diretamente;
- **Horizonte do tempo:** tempo necessário para a implantação das medidas estudadas.

O tempo estimado para esta fase foi de trinta minutos, sendo 15 de apresentação oral do facilitador e 15 para discussões e dúvidas sobre a apresentação do tema.

#### 4.2.1. Levantamento dos elementos primários de avaliação (EPAs)

O levantamento dos EPAs nas duas fases do trabalho seguiu o mesmo procedimento. Após a apresentação inicial foram elencados os elementos relacionados ao problema ambiental, nos quais os participantes discutiram as ideias, metas, objetivos ou perspectivas com a técnica de *brainstorming*, escolhida por despertar a criatividade e troca de experiências durante a apresentação oral das opiniões, permitindo que os intervenientes interagissem e se expressassem livremente.

O facilitador anotou o máximo de conceitos possíveis, em uma planilha, apresentada na Figura 3. Estes conceitos foram discriminados na coluna “Elementos Relacionados ao Problema”.

**Figura 3:** Planilha de coleta dos Conceitos

OBJETIVO		
ID	Expressão	Alternativas
A		
B		
C		
D		
E		
F		

ID	Elementos relacionados ao problema	Conceitos Orientados à Ação	Pólo Negativo
1			
2			
3			
4			
5			
6			

**Fonte:** Organizado pelo autor, 2015

Houve o cuidado para que os conceitos fossem pertinentes ao tema da pesquisa e os participantes não se dispersassem em conversas paralelas. Vale ressaltar que, nas duas etapas, o facilitador fomentou a discussão entre os participantes, incentivou as pessoas que contribuía pouco, porém não interferiu nas proposições.

Após a coleta dos elementos relacionados ao problema, nas colunas seguintes, à direita, foram elencados os “Conceitos Orientados à Ação”, que foram completados com considerações que refletissem as ações positivas a serem tomadas. Foram escritas com um verbo no infinitivo associado a um objeto direto, como por exemplo, “facilitar trabalho em campo”; “*facilitar*” é o verbo e “*trabalhodescampo*” o objeto direto.

Na coluna seguinte, “Polo Negativo”, anotou-se o oposto psicológico ou polo negativo à ação, para auxiliar na compreensão do problema. Neste ponto, foi importante que as frases fossem referentes a algum aspecto complementar aos “Conceitos Orientados à Ação”.

O próximo passo foi criar grupos que possuíssem as características dos “*Elementos relacionados ao problema*”. Para facilitar a visualização, além da “ID” os grupos acompanharam uma cor de fundo nas linhas. Na coluna “Alternativas”, escreveu-se definições sobre os elementos que entrariam nos grupos. Na Tabela 6 é mostrado um detalhe da classificação dos grupos, como um exemplo, para um aparelho de celular.

**Tabela 6:** Exemplos de expressões (Grupos) e Alternativas dos Elementos relacionados ao problema para um aparelho de celular

ID	Expressão	Alternativas
A	Hardware	Aspectos físicos de peças e itens
B	Software	Itens de interação com o usuário
C	Custo	Preço e benefícios
D	Inovação	Acompanhar as atualizações de mercado

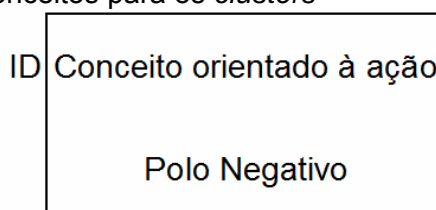
Fonte: Organizado pelo autor, 2015

O tempo para fazer esta fase de levantamento foi cerca de duas horas. Houve um prazo de uma semana entre cada *workshop* para que fosse possível a familiaridade do autor com as opiniões e também o discernimento para melhorar os encontros seguintes.

#### 4.2.2. Mapas de Meios e Fins

Neste ponto, os EPAs e os conceitos orientados à ação, já haviam sido coletados e separados em *clusters*. Na Figura 4 é apresentada a estrutura de um quadro para um *cluster*. A “ID” acompanha o “*Elemento relacionado ao problema*” na planilha conceitos orientados à ação do item 4.2.2. E assim foi seguido o preenchimento dos campos “*Conceito orientado à ação*” e “Polo Negativo”:

**Figura 4:** Identificação dos conceitos para os *clusters*



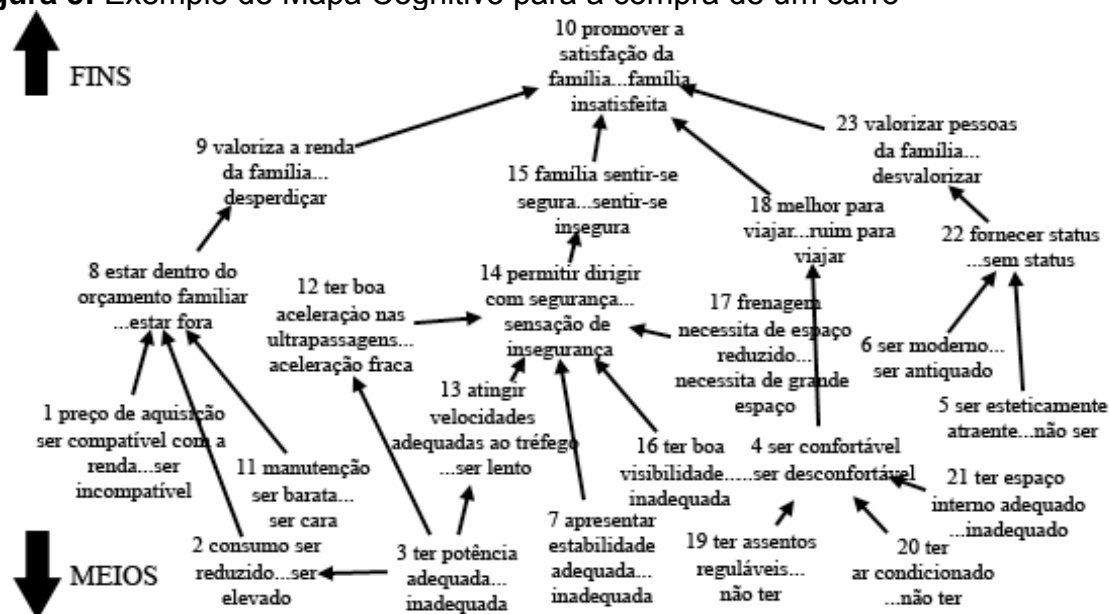
**Fonte:** Organizado pelo autor, 2015

Em seguida foram construídos os mapas de meios e fins separados em cores. Foram adicionadas setas que representassem as relações de influência entre os conceitos no sentido dos meios para os fins, como citado na revisão de literatura.

Na Figura 5 está apresentado um exemplo de mapa conceitual de forma mais simplificada para entender a questão dos meios e fins. O exemplo é da compra de um carro, nas setas à esquerda percebe-se o sentido dos meios, exigidos para se atender o fim de “promover a satisfação da família”. Este é o primeiro passo para conseguir entender o Mapa de Meios e Fins e estes conceitos também podem ter o nome de cauda e cabeça, sendo os fins a cabeça e os meios as caudas assim sendo possível a identificação dos PVF e seguintes PVE.

As ligações de influência são relativas às consequências que um conceito terá no outro e são possíveis ser percebidas quando uma condição (conceito-meio) é suficiente para atender ou realizar a outra (conceito-fim).

Figura 5: Exemplo de Mapa Cognitivo para a compra de um carro



Fonte: ENSSLIN; MONTIBELLER; NORONHA, 2001

A Fase 1 contou com a ajuda dos participantes para separar os grupos e fazer as ligações entre os mapas de meios e fins. Já na Fase 2 o autor do trabalho optou por fazer ele próprio, justificado pela dificuldade de deslocamento entre as cidades no Paraná e por não dispor de tempo hábil com os escritórios regionais participantes do estudo.

O método sugerido por Costa (2008) era da utilização do programa *Excel* para fazer os mapas de meios e fins, porém o autor percebeu a necessidade de se utilizar um programa para manipular estas ligações, em que fosse possível criar mapas cognitivos (*Cmap Tools*), pois a visualização no *Excel* não era clara. Após identificados os pontos de maior concentração de setas, foi possível verificar os PVFs e PVEs e classificá-los em uma arborização hierárquica.

#### 4.2.3. Arborização Hierárquica

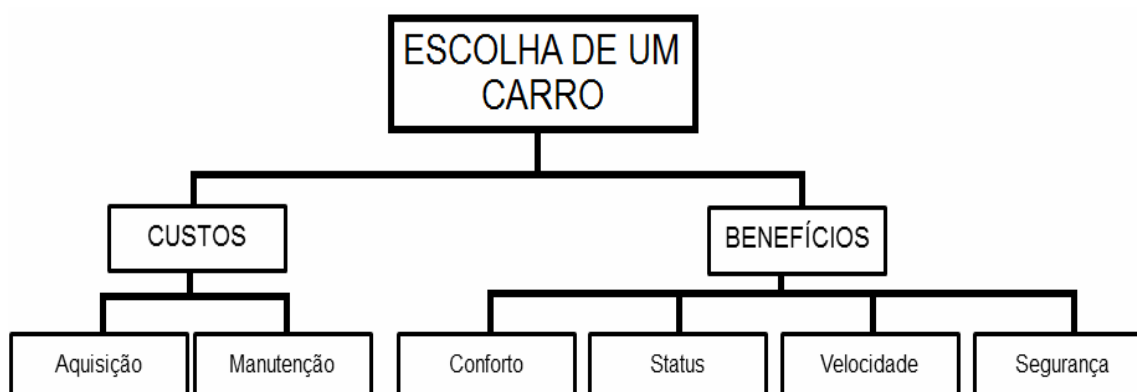
Como mostrado na Figura 5, os mapas cognitivos têm uma estrutura diferente dos modelos multicritérios. Estrutura tal que simplifica os mapas em uma decomposição de critérios e é apresentada em forma de árvores de hierarquização.

Na Fase 1, esta estrutura foi realizada com a ajuda dos participantes e foi verificado que o método deveria ser adaptado para a Fase 2, pois, além de

muito tempo gasto para ser feita esta estrutura, percebeu-se a dificuldade dos participantes em serem imparciais, dando importância apenas a seu próprio ponto de vista. Desta forma, para a Fase 2, a alteração dos mapas de meios e fins para a estrutura arborescente, foi realizada pelo próprio autor.

Na Figura 6 é mostrado um exemplo de arborização hierárquica para a escolha de um carro.

**Figura 6:** Exemplo de arborização hierárquica



**Fonte:** Adaptado ENSSLIN; MONTIBELLER; NORONHA, 2001

Percebe-se que esta estrutura facilita o entendimento do problema, dando a dimensão de que fatores terão que ser julgados primeiro e quais tem mais importância dentro do contexto geral da escolha do carro, por exemplo.

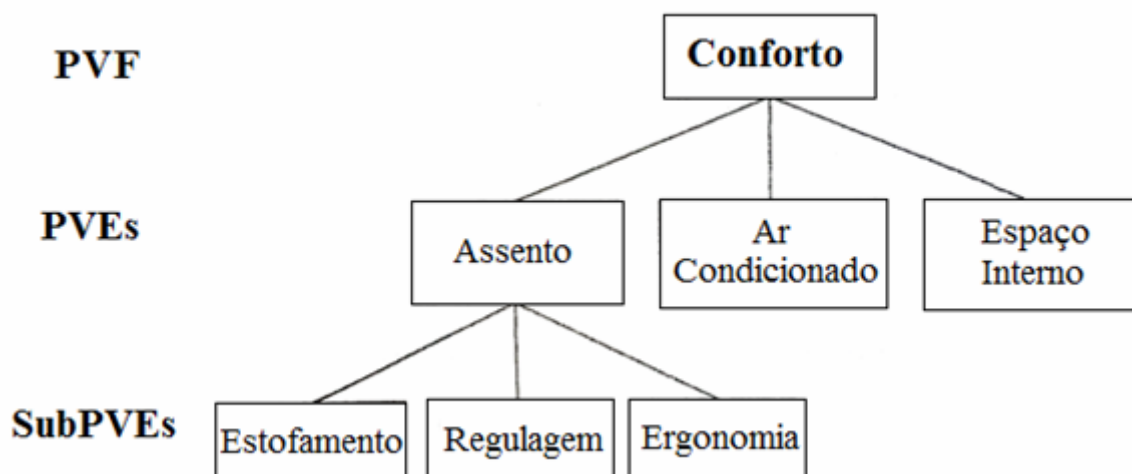
#### 4.2.4. Determinação dos Pontos de Vista Fundamentais (PVFs) e Elementares (PVEs)

O próximo passo foi a verificação da representatividade de cada conceito, elencando os que mais tiveram obtenção de setas, como um PVF. Identificou-se no mapa de meios e fins os itens que refletiriam os objetivos estratégicos e os aspectos fundamentais para avaliação considerados pelos decisores.

Neste ponto, a experiência dos participantes foi de extrema importância para saber quais aspectos poderiam ser julgados separadamente ou ainda precisariam de complementos para sua avaliação. Para melhor entendimento

de cada um destes PVFs, foram decompostos alguns Pontos de Vista Elementares (PVE), quando necessário. Na Figura 7 é mostrado um exemplo de PVF e PVE, assim como SubPVEs, que é o nível mais simplificado de avaliação.

**Figura 7:** Exemplo de decomposição de um PVF em PVE e SubPVE



**Fonte:** ENSSLIN; MONTIBELLER; NORONHA, 2001

Os candidatos a PVF tiveram a conferência em relação a serem essenciais, controláveis, completos, mensuráveis, operacionais, isoláveis, não-redundantes, concisos e compreensíveis, como citado na revisão de bibliografia.

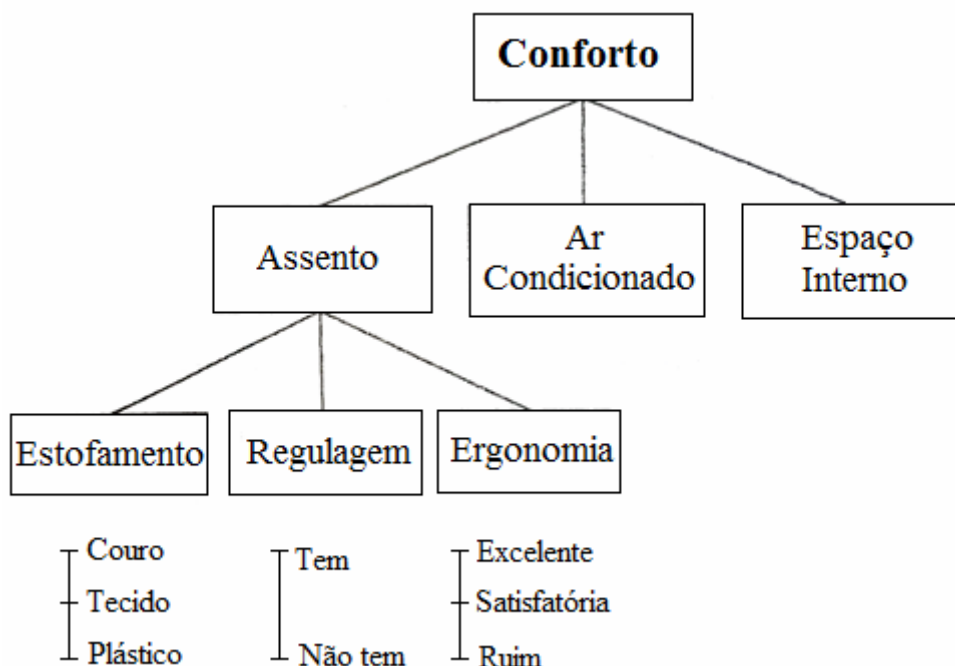
Para que pudessem ser avaliados, os PVF ganharam critérios que permitissem que fossem mensurados de acordo com seu desempenho em cada ponto de vista.

#### 4.2.5. Criação dos Indicadores

Na Fase 1 os indicadores foram criados a partir da opinião dos participantes do *workshop* e mediante revisão bibliográfica. Na Fase 2 foram criados a partir da perspectiva do pesquisador com o aprendizado junto aos participantes nos *workshopse* da revisão bibliográfica.

Para exemplificar como inicia o processo de criação de um indicador, apresenta-se na Figura 8, sucintamente, um exemplo da escolha de um carro, os seus PVF e a forma de como os PVE serão avaliados.

**Figura 8:** Exemplo em arborescência com os níveis de referência para os indicadores do PVF “Conforto” na escolha de um automóvel



**Fonte:** ENSSLIN; MONTIBELLER; NORONHA, 2001

Este passo é muito importante, para que os decisores possam ter ideia de qual será o nível de impacto mediado pelas preferências seguindo um ponto de vista, podendo escolher quais são os níveis de excelência ou inferior ao desejável.

#### 4.2.6. Pesos para os critérios

Na Fase 1 foi utilizado um questionário *online*, devido à indisponibilidade de agenda de todos os entrevistados, além de diminuída influência sob o julgamento de participantes que tiveram maior poder de persuasão no *workshop*.

Na Figura 9 é mostrado um exemplo de parte do questionário que foi realizado na plataforma “*Qualtrics.com*” com o tipo utilizado de soma constante, com valor total de 100 pontos. As áreas de interesse, PVF e PVE foram preparadas para que a resposta pudesse ser a de cada variável necessária para a criação dos indicadores.

**Figura 9:** Exemplo de parte do questionário *online* na plataforma "qualtrics.com"



Fonte: Organizado pelo autor, 2015

Existia uma condição para o prosseguimento do questionário que todas as questões deveriam ser preenchidas com soma de 100 pontos, do contrário, não seriam adquiridos dados coerentes para a composição dos indicadores.

Foi enviado um *e-mail* representando o trabalho e solicitando a participação dos integrantes dos *workshops*. Além disso, foi enfatizada a importância das respostas para a criação dos indicadores e continuação da pesquisa. Os participantes foram informados do prazo de 15 (quinze) dias para executarem o questionário e finalmente, após a coleta das respostas, por pontuação direta, foi possível a identificação dos graus de importância dos temas.

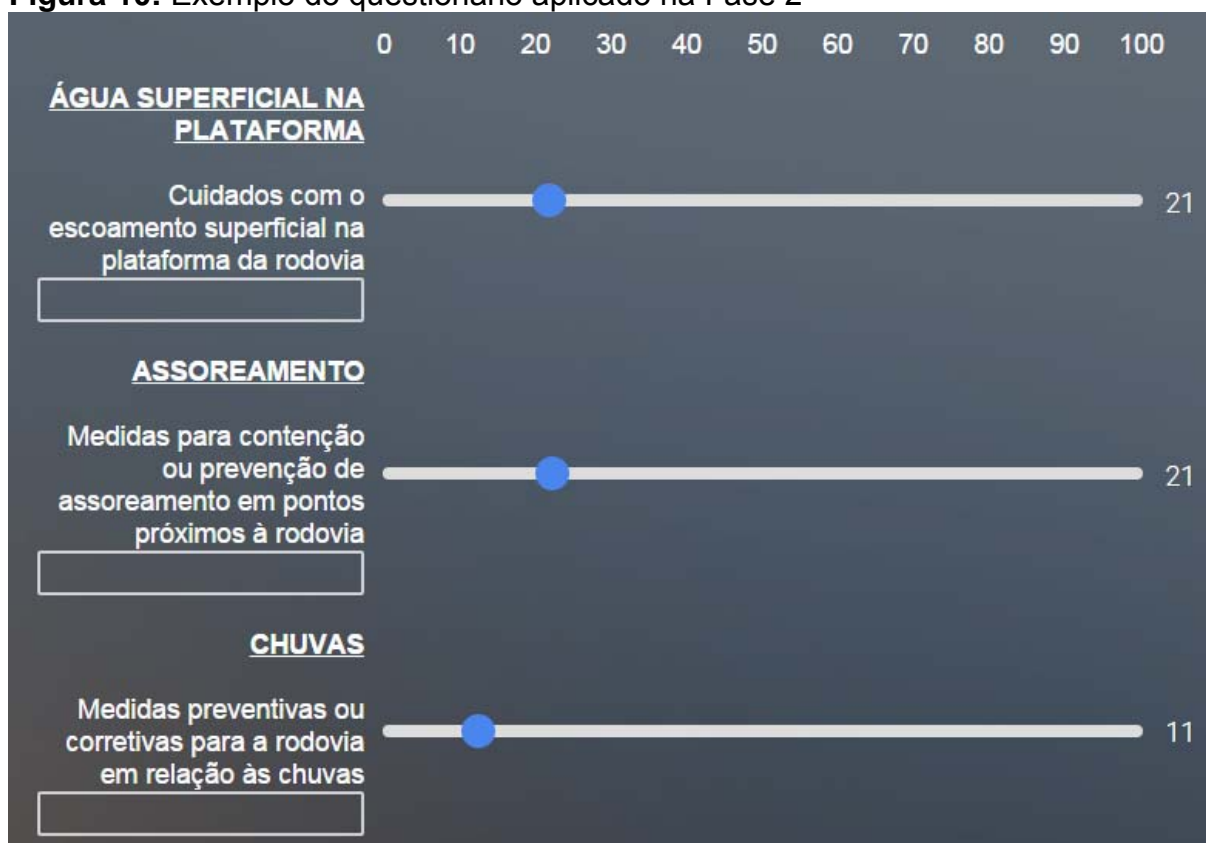
Na Fase 2 o procedimento teveo questionário *online* na mesma plataforma *qualtrics.com*. Os itens da avaliação foram gerados a partir dos *workshops* das cinco cidades visitadas e ainda foram acrescentadosos dados compilados dos participantes da Fase 1. O mesmo procedimento da representação do trabalho por *e-mail* e a ênfase da importância da colaboração com os pesos foi feita nesta etapa. Foi estipulado o prazo de 30 (trinta) dias para que o questionário fosse respondido pelos participantes da Fase 2.

O autor do trabalho teve o cuidado de monitorar a quantidade de respostas e entrou em contato com os especialistas da Fase 2, semanalmente, para que respondessem o questionário.

No questionário da Fase 2 foram incluídas perguntas iniciais de profissão, tempo de serviço e região, segundo a divisão do Paraná em superintendências regionais feita pelo próprio órgão de rodovias.

Abaixo das alternativas a cada pergunta foi elaborada uma breve explicação sobre cada ponto de vista, para que pudesse ajudar no julgamento dos participantes, solicitou-se ainda que sugerissem indicadores para as respostas, deixando seu comentário em cada item, como mostrado na Figura 10.

**Figura 10:** Exemplo do questionário aplicado na Fase 2



**Fonte:** Organizado pelo autor, 2015

Para ambas as fases foi testada a normalidade dos dados pelo método estatístico de Shapiro-Wilk com um nível de significância de 5%. Verificou-se a impossibilidade de realizarem-se testes de dados paramétricos, pois, dentre os pesos dados pelos participantes, foram encontradas variáveis que rejeitavam a normalidade.

Em estatística, utiliza-se para *scores, pesos ou notas* os testes não-paramétricos. Portanto, utilizou-se o Teste de *Kruskal-Wallis* para dados não-paramétricos, com comparações de amostras múltiplas independentes. Este teste serve para testar a hipótese de que os dados têm as medianas com a mesma distribuição.

A Equação 1 expressa a fórmula de cálculo utilizada para os testes de Kruskal-Wallis.

$$H = \frac{12}{n(n+1)} \left[ \frac{(\sum R_1)^2}{n_1} + \frac{(\sum R_2)^2}{n_2} + \dots + \frac{(\sum R_k)^2}{n_k} \right] - 3(n+1) = \quad (1)$$

H = estatística do teste

n = número total de observações

$n_i$  = número de observações de cada grupo

$R_i$  = soma dos postos para cada grupo

k = número de grupos (menos 1 = k-1 grau de liberdade para o teste de Qui quadrado ( $\chi^2$ )).

O nível de significância adotado foi o de 5%. Em programas de estatística o resultado é expresso em p-valor, que é a área gráfica de aceitação ou rejeição do  $H_0$ , refletindo o valor da probabilidade exato.

Para este trabalho foram definidas as hipóteses:

- $H_0$  (hipótese nula): os grupos de dados têm a mesma distribuição de valores;
- $H_1$  (hipótese alternativa) os grupos de dados não têm a mesma distribuição.

Após verificar os itens que rejeitam a hipótese  $H_0$ , faz-se o teste de Dunn para entender quais valores diferiram estatisticamente entre si, quando isso é necessário, sabe-se que pelo menos dois valores diferem. O teste de Dunn é um procedimento não-paramétrico de comparações múltiplas para identificar diferenças significativas entre amostras tomadas duas a duas. A Equação 2 mostra a estatística do teste de Dunn:

$$Q = \frac{R_A - R_B}{EP} \quad (2)$$

Onde  $R_A$  e  $R_B$  são os postos médios de duas amostras diferentes. O erro padrão é dado pela Equação 3.

$$EP = \sqrt{n \left( \frac{1}{n_A} + \frac{1}{n_B} \right)} \quad (3)$$

Onde  $n_A$  e  $n_B$  são os tamanhos das duas amostras que estão sendo comparadas.

Os testes estatísticos foram feitos para verificar se há um comprometimento nos dados, examinando as distribuições entre os pesos atribuídos pelos participantes dos workshops.

#### 4.2.7. Normalização dos pesos dos critérios

Esta etapa consistiu em normalizar os pesos atribuídos para que pudessem registrar um *score* padrão dos indicadores. O intervalo escolhido pelo autor foi com o valor mínimo de zero e máximo de 1 [0,1].

Para a normalização utilizou-se a equação a seguir.

$$Peso_{norm} = \frac{Peso}{\sum Peso_i} \quad (4)$$

Sendo:

$Peso_{norm}$  = peso normalizado final

Peso = peso atribuído no questionário

$\sum peso_i$  = somatória dos pesos do grupo

Assim, os indicadores criados a partir dos PVFs e PVEs irão refletir, pela sua somatória, o resultado entre 0 (zero) e 1 (um) relativo a cada grupo de interesse.

## 5. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste capítulo são apresentados os resultados obtidos para o procedimento experimental das Fases 1 e 2. As opiniões dos participantes foram coletadas nos *workshops*, seguindo a abordagem MCDA-C. Na Fase 1 o procedimento foi realizado entre o facilitador e os intervenientes. Os indicadores e análise foram feitas pelo autor do trabalho. Na Fase 2, os especialistas fizeram o *brainstorming* nos *workshops* e responderam ao questionário para sugerir os pesos para os critérios.

### 5.1. WORKSHOPS

#### 5.1.1. Fase 1

Iniciou-se a coleta das opiniões dos especialistas com os encontros em forma de *workshop*. A Fase 1 já descrita anteriormente, contou com a participação de pós-graduandos do programa de Engenharia de Edificações e Saneamento da Universidade Estadual de Londrina.

Durante o procedimento foram identificados grupos que pudessem refletir todos os conceitos elencados. Estes grupos foram criados com a ajuda dos participantes do *workshop* que, juntamente com o facilitador, conseguiram agregar todos os elementos relacionados ao problema, separando-os, posteriormente, por áreas de interesse. Na Tabela 7 apresentam-se as expressões criadas, separadas por “ID” e cores.

**Tabela 7:** Grupos dos Elementos Relacionados ao problema dos serviços de manutenção rodoviária

ID	Expressão	Alternativas
A	Gestão	Atividades que tenham efeito sobre a gestão
B	Meio Biótico	Impactos relacionados à fauna, flora, vegetação
C	Operação Rodovia	Efeitos na operação da rodovia, corpo estradal, obras
D	Socioambiental	Afeta a sociedade e sua relação com o meio ambiente

Fonte: Organizado pelo autor, 2015

O grupo A: “Gestão” foi escolhido devido às atividades que possuem efeito sobre o gerenciamento das rodovias, não só com cunho ambiental, mas como um todo.

O grupo B: “Meio biótico” engloba todos os elementos que possuem impacto direto à fauna e flora.

O grupo C: “Operação Rodovia” é explicado por todos os elementos que possuam efeitos na operação da rodovia, corpo estradal e obras.

O grupo D: “Socioambiental” relaciona os elementos que possuem impacto na sociedade e no comportamento com o meio ambiente.

Os elementos relacionados ao problema foram listados numa planilha e estão apresentados na Tabela 8. Na coluna “ID” é apresentado um número para identificação do elemento correspondente. Na coluna “Elementos relacionados ao problema” foram listados, segundo os especialistas, 25 conceitos, e posteriormente, separados por cores, com os grupos supra citados, caracterizando posteriormente os *clusters* para o mapa de meios e fins. Na coluna “conceitos orientados à ação” foram descritas as ações positivas que poderiam ser tomadas, se os elementos forem cumpridos e na coluna “polo negativo”, que pode ser explicado como o grau mínimo de aceitação para cada elemento.

**Tabela 8:** Relação dos conceitos Fase 1

ID	Elementos relacionados ao problema	Conceitos Orientados à Ação	Polo Negativo
1	Monitoramento da fauna	Identificar espécies de animais	Desconhecimento da fauna local
2	Educação ambiental	Promover ações de conscientização ambiental	Degradar o meio ambiente por falta de informação
3	Recuperação da mata ciliar	Preservar os recursos hídricos	Degradar dos recursos hídricos
4	Gerenciamento de resíduos sólidos	Reduzir e dispor corretamente os resíduos	Poluir e contaminar o meio ambiente
5	Recuperação de áreas degradadas	Reestabelecer o equilíbrio ambiental	Agravar problemas relacionados a áreas em degradação
6	Emissão de poluentes	Controlar a emissão de poluentes (gases, poeira)	Poluir a atmosfera
7	Poluição visual	Evitar elementos que causem poluição visual	Causar acidentes
8	Controle de erosões e assoreamento	Preservar os corpos hídricos e solo	Causar enchentes, desmoronamentos
9	Plano de contingência ambiental	Minimizar os impactos ambientais	Agravar impactos ambientais
10	Reciclagem de pavimento	Aproveitar recursos, reduzir resíduos	Desperdício de recursos naturais
11	Contaminação do lençol freático	Garantir a qualidade da água	Aumentar custo para tratamento da água
12	Monitoramento de defeitos	Prolongar a vida útil do pavimento	Fazer manutenções e recuperações desnecessárias

13	Proteção da fauna	Adaptar o entorno a passagem de animais	Diminuir a biodiversidade
14	Manutenção do sistema de drenagem	Garantir a eficiência do sistema de drenagem	Promover patologias relacionadas ao mau funcionamento da drenagem
15	Plano de contingência de acidentes	Minimizar as consequências de acidentes	Aumentar os riscos de acidentes

#### Continuação da Tabela 8 – Relação dos conceitos – Fase 1

16	Área de preservação permanente	Manter a fauna e flora nativas	Extinguir as espécies de fauna e flora
17	Conservação da faixa de domínio	Controlar impactos no entorno da rodovia	Aumentar custos de obras de ampliação e manutenção
18	Controle de podas	Garantir a visibilidade de trajeto	Aumentar a periculosidade da via
19	Manutenção da sinalização	Proporcionar conforto e segurança ao usuário	Afetar a segurança dos usuários
20	Controle de materiais de pintura	Reciclar resíduos de pintura	Dispor de forma inadequada os resíduos de pintura
21	Estudo de desempenho de pavimento	Racionalizar a componentes da rodovia	Reduzir a vida útil do pavimento
22	Controle de cargas	Minimizar surgimento de defeitos	Aumentar surgimento de defeitos
23	Acidentes de trabalho	Melhorar a segurança dos usuários e trabalhadores	Aumentar riscos em relação a segurança
24	Canteiro de obras - controle projeto	Otimizar a execução da obra	Aumentar custos de execução (equipamentos, insumos, transporte)
25	Consumo energético - medidas para otimizar	Utilizar recursos energéticos sustentáveis	Aumentar a emissão poluentes

Fonte: Organizado pelo autor, 2015

Durante o *workshop*, percebeu-se a tendência dos profissionais em pensar em danos ou prejuízos causados por algum elemento, como defeitos, problemas e impactos negativos, além da dificuldade em pensar em metas ou objetivos para a questão da pesquisa.

Alguns profissionais tinham mais experiência técnica e empírica que os outros, ficando em destaque e sendo mais articulados em suas falas, desta forma, o facilitador interagiu mais com os outros, fazendo com que não se sentissem intimidados ou constrangidos em falar.

#### 5.1.2. Fase 2

Os *workshops* da Fase 2 foram agendados com os escritórios regionais dos órgãos estaduais do Paraná nas cidades de Cascavel, Curitiba, Londrina, Maringá e Ponta Grossa.

O procedimento adotado foi o mesmo da Fase 1, fazendo a breve apresentação da Gestão Ambiental rodoviária com enfoque principal para os serviços de manutenção. Como os profissionais eram especialistas na área, não

houve a necessidade de, como na Fase 1, explicar detalhadamente os serviços pertinentes à manutenção rodoviária.

A maior dificuldade nesta etapa foi direcionar as opiniões dos participantes para o foco principal do trabalho. Alguns dos especialistas, que trabalham há mais de 10 anos, tinham a tendência de contar histórias vividas quando as rodovias estavam na fase de implantação, o que dificultava o andamento do *workshop*. O facilitador não interrompia os participantes, porém, quando necessário, fazia referências à área da manutenção rodoviária com foco na GA.

Para cada cidade, foi enumerada, segundo a ordem alfabética das mesmas, uma ID para cada “Elemento relacionado ao problema”. Na cidade de Cascavel, o órgão forneceu 17 sugestões; Curitiba, 36; Londrina, 49; Maringá, 34 e, finalmente, Ponta Grossa com 24, totalizando 160 opiniões que mostram um pouco de como os profissionais especialistas pensam o que é importante levar em consideração quanto à uma avaliação de desempenho ambiental. Devido ao número de opiniões, todos os dados dos workshops estão apresentados nos Apêndices B a F deste trabalho.

Na Tabela 9 são mostrados os grupos criados após a análise das opiniões coletadas nos *workshops*, com as alternativas que definem melhor cada grupo. O autor tomou o cuidado de analisar o conjunto dos 160 itens elencados pelos participantes, fazendo assim uma uniformização para uma posterior agregação de dados.

**Tabela 9** - Grupos Fase 2

ID	Expressão	Alternativas
A	Água	Controle, monitoramento, execução de serviços relacionados à drenagem e cursos d'água
B	Segurança viária	Aspectos relacionados à segurança dos usuários e entorno (sociedade que usufrui)
C	Materiais	Materiais utilizados no pavimento, no entorno e manutenção e equipamentos
D	Gestão	Atividades que tenham efeito sobre a gestão
E	Jurídico	Aspectos jurídicos ou de legislação
F	Meio Biótico	Impactos relacionados à fauna, flora, vegetação
G	Socioambiental	Que afetem a sociedade e sua relação com o meio ambiente

**Fonte:** Organizado pelo autor, 2015

### 5.1.3. Conclusão do item

Os workshops se constituíram em grande contribuição para este trabalho, sendo justificados pelo uso da MCDA-C como fundamento de discussão de ideias e elaboração de pensamento crítico entre os participantes.

A criação dos grupos para cada uma das fases foi identificada com a semelhança entre as opiniões citadas.

Na Fase 1 foi possível verificar que os itens citados possuíam cunho de usuários das rodovias, com aspectos de sustentabilidade e não ressaltavam totalmente a preocupação com a etapa de manutenção rodoviária, que é o foco principal do trabalho. Desta forma, para que os indicadores desta fase fossem utilizados de forma prática, seria necessário um refinamento entre os critérios.

Na Fase 2 os indicadores foram criados a partir da perspectiva de profissionais especialistas em rodovias. Verificou-se que cada região do Estado possui suas particularidades e pontos de maior preocupação. Na Fase 2 analisou-se todas as opiniões para a criação destes grupos, depois se separou por cidade para que fosse mais fácil analisar os mapas de meios e fins. Algumas cidades não tiveram todos os grupos criados, o que será apontado nos itens seguintes.

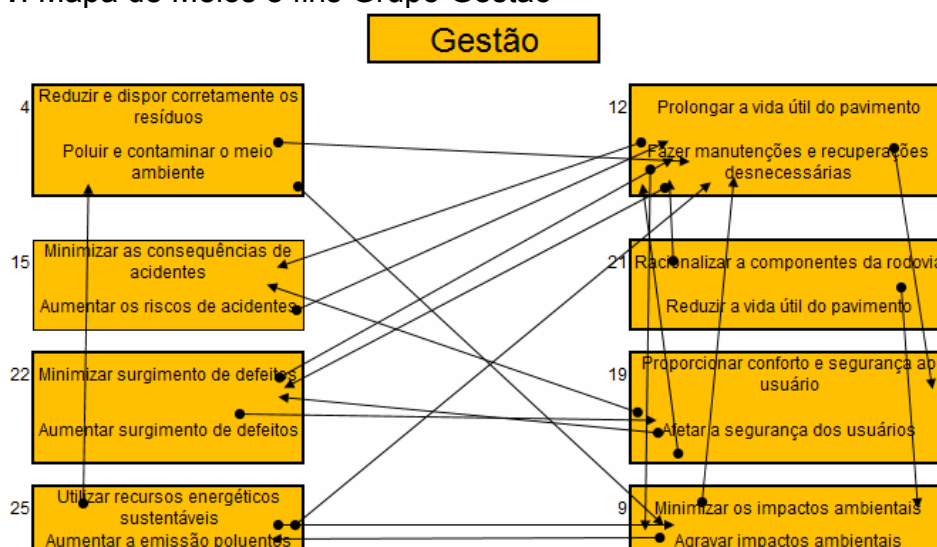
## 5.2. DETERMINAÇÃO DOS PONTOS DE VISTA FUNDAMENTAIS (PVFs) E ELEMENTARES (PVEs)

### 5.2.1. Fase 1

O próximo passo foi a criação do mapa de meios e fins. Este mapa foi desenvolvido em outro encontro. A apresentação da estrutura do mapa seguia os grupos de alternativas que já haviam sido sugeridos pelos especialistas. Os “*Elementos relacionados ao problema*” não são exibidos, apenas estão nos quadros para análise os “*Conceitos orientados à ação*” e os “*Polos negativos*”.

A Figura 11 contempla o mapa de meios e fins para o Grupo “Gestão”. Na ponta da seta estão os conceitos “fins” e nos pontos pretos estão os “meios”. Os números à esquerda dos quadros são os “IDs” dos Elementos relacionados ao problema.

**Figura 11: Mapa de Meios e fins Grupo Gestão**

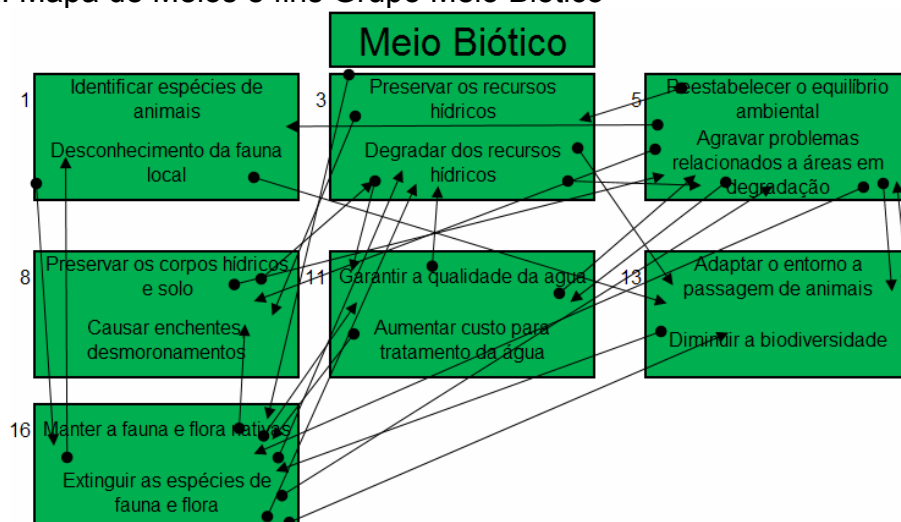


**Fonte:** Organizado pelo autor, 2015

O item que mais recebeu interações foi o “12 – Monitoramento de defeitos” com total de 7 flechas e 4 pontos; seguido do item 9 “Plano de contingência ambiental” com 4 flechas e 2 pontos.

Na Figura 12 é mostrado o mapa de meios e fins para o grupo de interesse “Meio Biótico”. Nota-se que, neste grupo, aconteceram mais interações dentre todos. Pode-se considerar o fato de que os especialistas consultados eram, em sua maioria, da área de engenharia florestal e também que um especialista com graduação em biologia, contribuiu de forma enfática e entusiasmada, deixando os outros especialistas com receio de contradizer ou discutir as ideias.

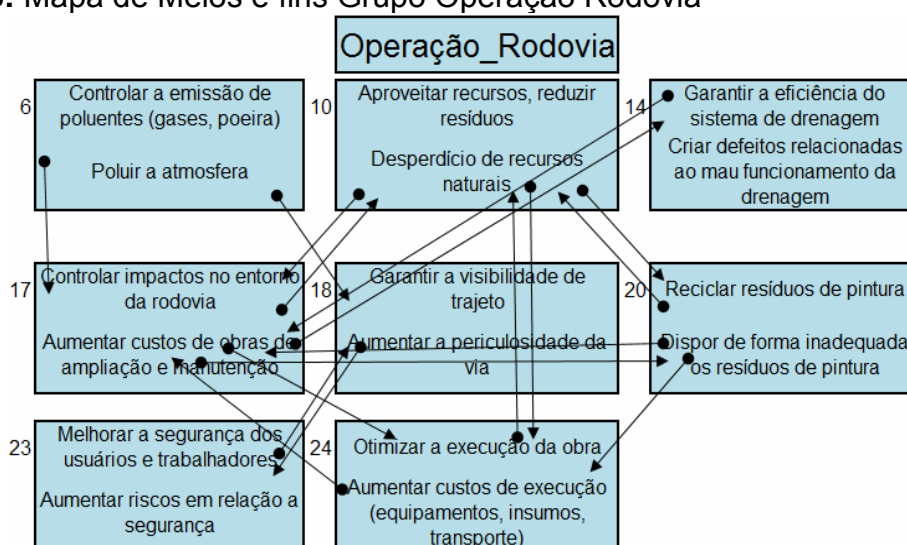
**Figura 12: Mapa de Meios e fins Grupo Meio Biótico**



**Fonte:** Organizado pelo autor, 2015

Na Figura 13 é apresentado o grupo “Operação Rodovia” que contempla ideias relacionadas à rotina de trabalho dos serviços rodoviários. Percebe-se na contagem das setas que o elemento que mais recebeu setas foi o “17 - Conservação da faixa de domínio” com um total de 5 setas. Deste modo, entende-se que os especialistas têm o entendimento de que se o entorno da rodovia estiver bem cuidado, é possível que a manutenção periódica seja reduzida. O item “23 - Acidentes de trabalho” foi o que teve apenas uma interação com o item “18 - Controle de podas”.

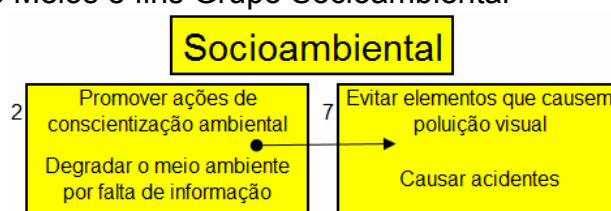
**Figura 13:** Mapa de Meios e fins Grupo Operação Rodovia



**Fonte:** Organizado pelo autor, 2015

A Figura 14 representa o mapa de meios e fins da área Socioambiental. Foram selecionados apenas dois elementos, pois na criação dos grupos, percebeu-se a necessidade da criação de elementos que agregavam a sociedade no contexto das opiniões. Posteriormente será verificado que estes elementos foram realocados para participar de outro grupo, pois, considerou-se juntamente com os intervenientes que não precisariam ter um grupo específico apenas para dois conceitos.

**Figura 14:** Mapa de Meios e fins Grupo Socioambiental



**Fonte:** Organizado pelo autor, 2015

Os conceitos que apresentaram maiores interações podem ser observados na Tabela 10. O item “16 - área de preservação permanente” teve um total de 12 interações, seguido do item “12 – Monitoramento de defeitos” e “5 – Recuperação de áreas degradadas” com 11 interações.

**Tabela 10:** Desenvolvimento do Mapa de Meios e Fins – Fase 1

ID	Elementos Relacionados ao problema	Interações		
		Meio	Fim	Total
1	Monitoramento da fauna	2	2	4
2	Educação ambiental	0	1	1
3	Recuperação da mata ciliar	5	5	10
4	Gerenciamento de resíduos sólidos	1	2	3
5	Recuperação de áreas degradadas	5	6	11
6	Emissão de poluentes	0	2	2
7	Poluição visual	1	0	1
8	Controle de erosões e assoreamento	3	2	5
9	Plano de contingência ambiental	4	2	6
10	Reciclagem de pavimento	3	3	6
11	Contaminação do lençol freático	3	3	6
12	Monitoramento de defeitos	7	4	11
13	Proteção da fauna	4	2	6
14	Manutenção do sistema de drenagem	1	1	2
15	Plano de contingência de acidentes	2	1	3
16	Área de preservação permanente	5	7	12
17	Conservação da faixa de domínio	5	4	9
18	Controle de podas	2	1	3
19	Manutenção da sinalização	2	3	5
20	Controle de materiais de pintura	2	3	5
21	Estudo de desempenho de pavimento	0	2	2
22	Controle de cargas	2	2	4
23	Acidentes de trabalho	1	1	2
24	Canteiro de obras - controle projeto	3	2	5
25	Consumo energético - medidas para otimizar	1	3	4
<b>TOTAL</b>		<b>64</b>	<b>64</b>	<b>128</b>

**Fonte:** Organizado pelo autor, 2015

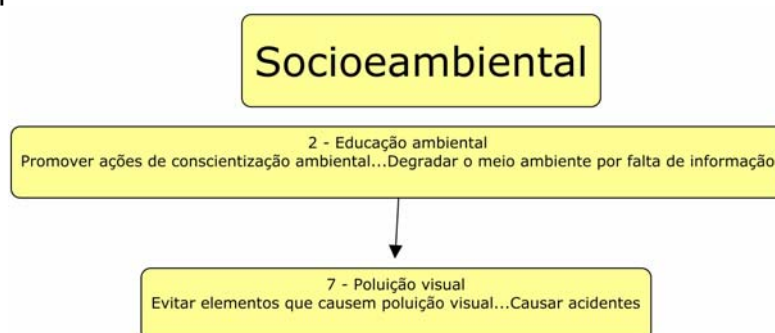
Pelas cores da Tabela 9, percebe-se que os itens de maior importância para os participantes do workshop são do grupo Meio Biótico, caracterizado pela cor verde. Como já comentado anteriormente, no grupo de especialistas da Fase 1 existiam muitos profissionais graduados na área florestal e ambiental, justificando a maior quantidade de interações.

A contagem dos elementos representou uma das dificuldades para o autor pela confusão de traços, setas e pontos em uma mesma tela. Portanto, decidiu-se criar no programa *CmapTools* mapas de mais fácil visualização. O programa possibilita a geração de mapas cognitivos onde é possível entender de

forma mais clara o caminho que as setas fazem, mostrando a tendência de PVF e PVE.

Na Figura 15 é mostrada a nova forma dos Mapas de Meios e Fins. Como já existia a contagem das setas e pontos (meios e fins), foi possível a conferência com o novo mapa e o reposicionamento dos “Elementos relacionados ao problema” para melhor entendimento acerca das interações e tendências. Segundo os participantes a “7 - Poluição visual” é afetada diretamente pela “2 – Educação Ambiental”.

**Figura 15:** Mapa de Meios e Fins Socioambiental – Alterado



**Fonte:** Organizado pelo autor, 2015

No Apêndice A são apresentados os Mapas de Meios e Fins alterados e relacionados aos Grupos “Gestão”, Meio Biótico e Operação Rodoviária, respectivamente; sua análise segue as mesmas condições da Figura 15, de acordo com os especialistas participantes da Fase 1.

Após as interações dos Mapas de Meio e fins, fez-se uma representação de arborização hierárquica com os conceitos, para facilitar a visualização e definir corretamente quais eram os grupos de interesse, os PVFs e os PVEs. Neste momento, cinco dos doze participantes da primeira etapa de coleta das opiniões, auxiliaram o autor na montagem da arborização.

Na Figura 16 é mostrada a arborescência feita na Fase 1. O item “IDENTIFICAR ATRIBUTOS PARA A GESTÃO RODOVIÁRIA AMBIENTAL” é o problema de pesquisa, os seguintes “GESTÃO RODOVIÁRIA”, “EQUILÍBRIO AMBIENTAL”, “OPERAÇÃO RODOVIA”, são as áreas de interesse; os itens em azul são os PVFs; os elementos em verde são os PVEs.

**Figura 16:** Arborização hierárquica FASE 1

**Fonte:** Organizado pelo autor, 2015

Na Tabela 11 foram explicados, segundo a posição dos especialistas da Fase 1, os itens resultantes da arborescência.

**Tabela 11:** Descrição dos itens elencados no *workshop*

<b>Desafio da Pesquisa:</b>			
Identificar os atributos para a Gestão Ambiental Rodoviária			
Grupos De Interesse	Pontos De Vista	Descrição	
<b>A - Gestão Rodoviária</b>	A1. Gerenciamento de resíduos sólidos	Programa administrativo de gerenciamento dos resíduos que podem interferir na rodovia, tais como lixos domésticos, resíduos de bota-fora de obras, resíduos na faixa de domínio etc.;	
	A2. Plano de contingência de acidentes	Ação de resposta a desastres que comprometam a segurança de usuários do sistema;	
	A3. Monitoramento de defeitos	Estudos ou medidas para o catálogo de defeitos das rodovias, visando melhoria contínua e base de dados para estudos;	
	Atividades que tenham efeito sobre a gestão, afeta a sociedade e sua relação com o meio ambiente;	A4. Plano de contingência ambiental	Planejamento para a otimização de resposta a desastres ambientais, visando a mitigação de impactos ambientais;
		A5. Manutenção da sinalização	Medidas para monitoramento e otimização dos sistemas de manutenção de sinalização nas rodovias;
		A6. Controle de cargas	Instalação de balanças para o controle de cargas nas rodovias;
<b>B - Operação Rodovia:</b>	B1. Emissão de poluentes	Controle de emissão de poluentes no ar, verificando as alterações que prejudiquem a saúde dos trabalhadores e usuários, durante a manutenção da rodovia;	
	B2. Manutenção do sistema de drenagem	Verificação do funcionamento dos dispositivos de drenagem	
	B3. Controle de podas	Método para quantificar o crescimento e para controlar o destino do material vegetal produzido no entorno da rodovia	
	B4. Canteiro de obras	Cuidados com os resíduos produzidos nos canteiros de obra, visto que são provisórios	
	Efeitos na operação da rodovia, corpo estradal, obras	B5. Acidentes de trabalho	Criação de estratégias para aumentar a segurança durante as obras;
		B6. Reciclagem de pavimento	Verificação de quantidade de material reaproveitado/reutilizado de pavimento fresado ou retirado do pavimento;
		B7. Conservação da faixa de domínio	Estratégias para conservar o espaço reservado para a construção da rodovia, tratando solo, água e os elementos relacionados em seu entorno.

### Continuação da Tabela 11: Descrição dos itens elencados no *workshop*

<b>C - Equilíbrio Ambiental</b>	C1.Contaminação de lençol freático	Monitoramento de poços de visita em lençóis freáticos para aferir sua pureza.
	C2.Proteção da fauna e flora	Medidas para proteção de espécies nativas de vegetação e fauna;
Impactos relacionados à fauna, flora, vegetação;	C3. Controle de erosões e assoreamento	Monitoramento dos pontos de erosão e de assoreamento.
	C21.Área de preservação permanente	Área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas. (Código Florestal, Lei nº12.651/12, Art. 3º)
	C22.Recuperação de áreas degradadas	Preservar e restaurar os processos ecológicos essenciais e prover o manejo ecológico das espécies e ecossistemas;
	C23.Recuperação de mata ciliar	Recuperação das matas que protegem os cursos d'água próximos a rodovias;
	C24. Monitoramento da fauna	Acompanhamento da população de animais no entorno da rodovia;

Fonte: Organizado pelo autor, 2015

#### 5.2.2. Fase 2

Após a elaboração e análise dos Mapas de Meios e Fins (Apêndices G a K), verificou-se a quantidade de interações (setas) que os conceitos possuíam entre si, seguindo o método da Fase 1. Os dados de interações foram tabelados desta forma, verificou-se os PFVs e PVEs, para a criação dos indicadores de desempenho ambiental.

Existem alguns itens entre as cidades que são semelhantes, mas é possível notar a peculiaridade de cada uma delas.

Na Tabela 12 são mostrados os elementos citados pelos participantes da cidade de Cascavel com as interações dos mapas de meios e fins criados pelo autor do trabalho.

**Tabela 12:** Desenvolvimento do Mapa de Meios e Fins – Fase 2 - Cascavel

ID	Elementos relacionados ao problema	Interações		
		Meio	Fim	Total
1	Conflitos entre árvores e segurança (choque, espécies adequadas)	0	0	0
2	Integração entre o manejo de solo (lindeiros x rodovias)	3	3	6
3	Saídas de dispositivos de drenagem (erosões)	3	3	6
4	Problemas entre área conurbada	3	3	6
5	Estradas não pavimentadas (aquisição cascalhos)	2	2	4
6	Material fresado	2	2	4

**Continuação da Tabela 12: Desenvolvimento do Mapa de Meios e Fins – Fase 2 - Cascavel**

ID	Elementos relacionados ao problema	Interações		
		Meio	Fim	Total
7	Agrotóxicos de lindeiros aos taludes de corte (vegetação perdida) faixa de domínio	0	1	1
8	Falta das curvas de níveis nos lindeiros (concentração na plataforma)	1	0	1
9	Água (drenagem)	3	3	6
10	Demolição de pavimento	1	0	1
11	Reaproveitamento do agregado	2	3	5
12	Ocupação de faixa de domínio MST/índios	0	0	0
13	Formalidades às legislações para a manutenção	0	0	0
14	Projetos com integração Meio ambiente/Rodovia	2	3	5
15	Patrulha rural	3	2	5
16	Falta de pessoal / profissionais	1	3	4
17	Identificação de problemas (acompanhamento específico)	3	1	4
<b>Total</b>		<b>29</b>	<b>29</b>	<b>58</b>

**Fonte:** Organizado pelo autor, 2015

Na cidade de Cascavel, participaram do workshop 3 especialistas, contribuindo com 17 opiniões. Percebe-se que eles têm preocupação com elementos gerais da gestão ambiental, sem se ater a procedimentos específicos que são importantes. Nota-se ainda que fazem uma análise variada dos problemas ambientais, considerando como principais os materiais e a drenagem. As questões que mais tiveram discussão foram sobre a ocupação indevida da faixa de domínio, a dificuldade de alertar os lindeiros quanto aos cuidados nela, o uso de agrotóxicos prejudicando os sistemas naturais e as curvas de níveis que causam problemas à faixa de domínio. Os elementos do Grupo “F – Meio Biótico” não foram citados pelos participantes, justificado pelo fato dos elementos da Gestão serem suas maiores preocupações. Os grupos “B - Segurança Viária” e “E – Jurídico” apareceram apenas uma vez cada e foram mantidos nos grupos por terem importância para o julgamento final dos critérios.

A Tabela 13 traz os elementos elencados para os participantes do *workshop* na cidade de Curitiba.

**Tabela 13: Desenvolvimento do Mapa de Meios e Fins – Fase 2 - Curitiba**

ID	Elementos relacionados ao problema	Interações		
		Meio	Fim	Total
18	Resíduos sólidos (descarte, controle)	2	2	4
19	Geometria (projeto)	1	1	2
20	Sinalização (sinalização viva)	0	2	2
21	Resíduos químicos (cargas perigosas, tintas)	2	1	3
22	Lixo urbano	1	2	3
23	Destinação de resíduos	0	2	2
24	Campanhas para educação ambiental de lixo/resíduos	4	0	4

**Continuação da Tabela 13: Desenvolvimento do Mapa de Meios e Fins – Fase 2 - Curitiba**

ID	Elementos relacionados ao problema	Interações		
		Meio	Fim	Total
25	Ocupação da Faixa de domínio	0	1	1
26	Espécies arbóreas exóticas (pinus/eucalipto) crescimento rápido	0	1	1
27	Transporte de resíduos sólidos	1	2	3
28	Atropelamento de animais domésticos e selvagens	1	1	2
29	Destinação de animais mortos (cadáveres)	0	1	1
30	Destinação de animais apreendidos	1	0	1
31	Mapeamento de zoonoses	1	1	2
32	Espécies vegetais inadequadas para os trechos das rodovias	0	1	1
33	Erosão	0	1	1
34	Legislações específicas para a manutenção	0	0	0
35	Ferro velho (sucata) ao lado da faixa de domínio	1	1	2
36	Escorregamento na pista de material taludes	0	0	0
37	Subsidio de aspectos ambientais	2	2	4
38	Equipes multidisciplinares	2	2	4
39	Tempo para projeto/execução	1	0	1
40	Conflitos entre áreas das empresas/órgãos	1	0	1
41	Investimentos para mitigar impactos ambientais	3	2	5
42	Passivos ambientais Jazidas	1	1	2
43	Bota fora	2	3	5
44	Manejo integrado dos solos	0	1	1
45	Vandalismo (sinalização)	0	1	1
46	Resíduos vegetais lançados de forma clandestina	1	2	3
47	Resíduos de veículos acidentados	2	0	2
48	Manutenção do sistema de drenagem (poluição)	2	1	3
49	Incêndios criminosos e acidentais	0	1	1
50	Manejo da vegetação	2	0	2
51	Drenagem superficial	1	1	2
52	Publicidade irregular/poluição visual	1	0	1
53	Excesso de carga	1	0	1
Total		37	37	74

**Fonte:** Organizado pelo autor, 2015

Em Curitiba os 9 participantes têm uma visão global da Gestão Ambiental, ponderando os pontos de trabalho rotineiros da região e também as principais dificuldades do Estado. Contribuíram com 36 opiniões, com foco principal nos elementos de gerenciamento rodoviário. É importante ressaltar que os participantes tiveram percepção da dificuldade de desenvolver certas atividades em função de não serem específicas da sua área de atuação ou formação. As discussões foram coesas e mantiveram concordância nos pontos de vista, fazendo com que as opiniões fossem aprimoradas durante o workshop. O item “34 – Legislações específicas para a manutenção” foi o único citado para o grupo “E – Jurídico”, assim como na cidade de Cascavel, este elemento permaneceu neste grupo e não foi remanejado.

Na Tabela 14 estão as interações dos elementos citados na cidade de Londrina.

**Tabela 14:** Desenvolvimento do Mapa de Meios e Fins – Fase 2 - Londrina

ID	Elementos relacionados ao problema	Interações		
		Meio	Fim	Total
54	Obras em concreto (integração vegetação)	2	2	4
55	Vegetação do tipo colônio (poda e destinação)	2	1	3
56	Incêndios criminosos	1	0	1
57	Vandalismo em sinalização	2	3	5
58	Legislações ambientais específicas	1	0	1
59	Árvores em faixa de domínio (erradicação)	0	0	0
60	Poda de vegetação/árvores	0	0	0
61	Legislações para permissão e orientação	1	3	4
62	Logística de integração entre órgãos ambientais, rodoviários e serviços	2	1	3
63	Drenagem - destinação (projeto/execução/compatibilização com áreas)	0	0	0
64	Resíduos sólidos (descarte na rodovia/urbanos)	0	1	1
65	Roubos de patrimônios (placas/terra/fresado)	0	0	0
66	Contatos com lindeiros	2	2	4
67	Falta de estrutura para departamento jurídico	2	3	5
68	Poder policial/fiscalização	0	1	1
69	Árvores exóticas	0	0	0
70	Área de preservação permanente / fauna passagem (adaptações)	0	1	1
71	Passivos Ambientais (usinas/pátio/maquinas)	1	2	3
72	Acessos irregulares	1	0	1
73	Educação ambiental	0	1	1
74	Ações conjuntas entre órgãos (postos de combustíveis)	0	0	0
75	Clareza nas responsabilidades de órgãos/usuário	1	1	2
76	Utilização da faixa de domínio para outros fins (plantações, construções)	0	1	1
77	Depredação da sinalização vertical com máquinas agrícolas	1	2	3
78	Marginais para máquinas agrícolas	1	1	2
79	Sazonalidade (safra/sinalização fixa)	0	1	1
80	Treinamento de equipe	3	0	3
81	Controle da faixa de domínio (manutenção/utilização)	1	1	2
82	Vegetação de proteção para faixa de domínio	3	0	3
83	Disposição de resíduos	1	2	3
84	Integração município / órgãos (resíduos)	4	0	4
85	Jurisdição de áreas urbanas	3	1	4
86	Jazidas para pavimentação primária / manutenção	1	3	4
87	Corpo técnico transição antigos/novos renovação	0	2	2
88	Distribuição de responsabilidades de acordo com o cargo	3	0	3
89	Órgão executor / pesquisa atribuir integrar	0	0	0
90	Integração órgão federal / estadual	0	1	1
91	Integração concessionárias / órgãos públicos	2	0	2
92	Distribuição de custos para manutenção	1	0	1
93	Inovação no setor (empírico/pesquisas)	2	1	3
94	Excesso de carga fiscalização	0	2	2
95	Frota de veículos atualização (poluição)	2	0	2
96	Terceira faixa (duplicação) técnico econômico /político	1	0	1
97	Demarcação de faixa de domínio	0	2	2
98	Créditos de carbono	0	0	0
99	Reutilização de materiais (reciclagem)	1	0	1
100	Planejamento a longo prazo política	0	0	0
101	Existência de problemas emergenciais/urgências	0	1	1
102	Multidisciplinariedade na gestão	0	5	5
	Total	48	48	96

Fonte: Organizado pelo autor, 2015

Na cidade de Londrina participaram 5 especialistas que contribuíram com 49 elementos. Os elementos que foram mais citados participam do grupo “Gestão”. Nota-se que os participantes têm grande preocupação com corpo técnico, com o treinamento, atualização e atribuição das responsabilidades. Outros pontos discutidos foram a poda e a destinação das árvores e vegetação adjacentes à pista, além da ênfase das questões de educação ambiental para diminuir ações de vandalismo e abertura de acessos irregulares dos lindeiros à rodovia. Percebe-se que não foram citados elementos para o grupo “A – Água”.

Na Tabela 15 estão as interações dos elementos citados na cidade de Maringá.

**Tabela 15:** Desenvolvimento do Mapa de Meios e Fins – Fase 2 - Maringá

ID	Elementos relacionados ao problema	Interações		
		Meio	Fim	Total
103	Influência da pluviosidade no corpo estradal	2	1	3
104	Erosão	0	3	3
105	Assoreamento	0	2	2
106	Alagamentos na pista de rolamento	1	1	2
107	Legislações ambientais específicas (Conserva)	2	3	5
108	Fiscalização e Supervisão ambiental	4	0	4
109	Determinação de Responsabilidades Ambientais	4	0	4
110	Plano de Gerenciamento	2	3	5
111	Legislações para o setor rodoviário	0	2	2
112	Tramitação de processos burocráticos	2	2	4
113	Desburocratização de atividades ambientais	2	3	5
114	Empreiteiras vs Subempreita (Terceirização de serviços)	1	0	1
115	Canteiro de obras (dinâmico)	0	2	2
116	Estudo dos Solos (estabilidade) dependendo da região	0	0	0
117	Recursos específicos para as questões ambientais	1	1	2
118	Desconhecimento da questão ambiental	1	1	2
119	Profissionais efetivos no órgão (assessoria) setorialização/superintendências	0	1	1
120	Equipe técnica de diversas áreas para o setor	1	1	2
121	Planejamento financeiro empresarial voltado ao longo prazo	2	2	4
122	Programas de Educação Ambiental	1	1	2
123	Inutilização de maquinário	0	0	0
124	Descarte e depósito de podas e corte (árvores)	0	0	0
125	Descarte de resíduos perigosos	1	2	3
126	Itens no contrato de empreiteira/Terceiros específicos	0	1	1
127	Rodovias / IAP (Responsabilidade técnica/Tempo)	0	0	0
128	Plano de Controle Ambiental	1	1	2
129	Planejamento Ambiental (antecipação)	1	3	4
130	Sinalização para obras (segurança do usuário)	0	0	0
131	Execução das obras (questões ambientais x execução)	2	1	3
132	Resíduos perigosos (cruq/tintas/asfalto de brita/emulsões)	1	2	3
133	Passivos ambientais (manutenção)	1	2	3
134	Reciclagem de Pavimento	1	1	2
135	Controle de materiais de execução	3	1	4
136	Faixa de Domínio x áreas lindeiras	4	0	4

Fonte: Organizado pelo autor, 2015

Em Maringá 3 especialistas participaram, contribuindo com 34 elementos, os quais tinham em destaque a descrição de planos ambientais, medidas de planejamento e controle da gestão ambiental. Uma das opiniões mais discutidas foi a burocratização de processos que impedem medidas ambientais, assim como as dificuldades de conseguirem recursos financeiros para dar suporte aos projetos com o cunho ambiental.

Na Tabela 16 estão as interações dos elementos citados na cidade de Ponta Grossa.

**Tabela 16:** Desenvolvimento do Mapa de Meios e Fins – Fase 2 – Ponta Grossa

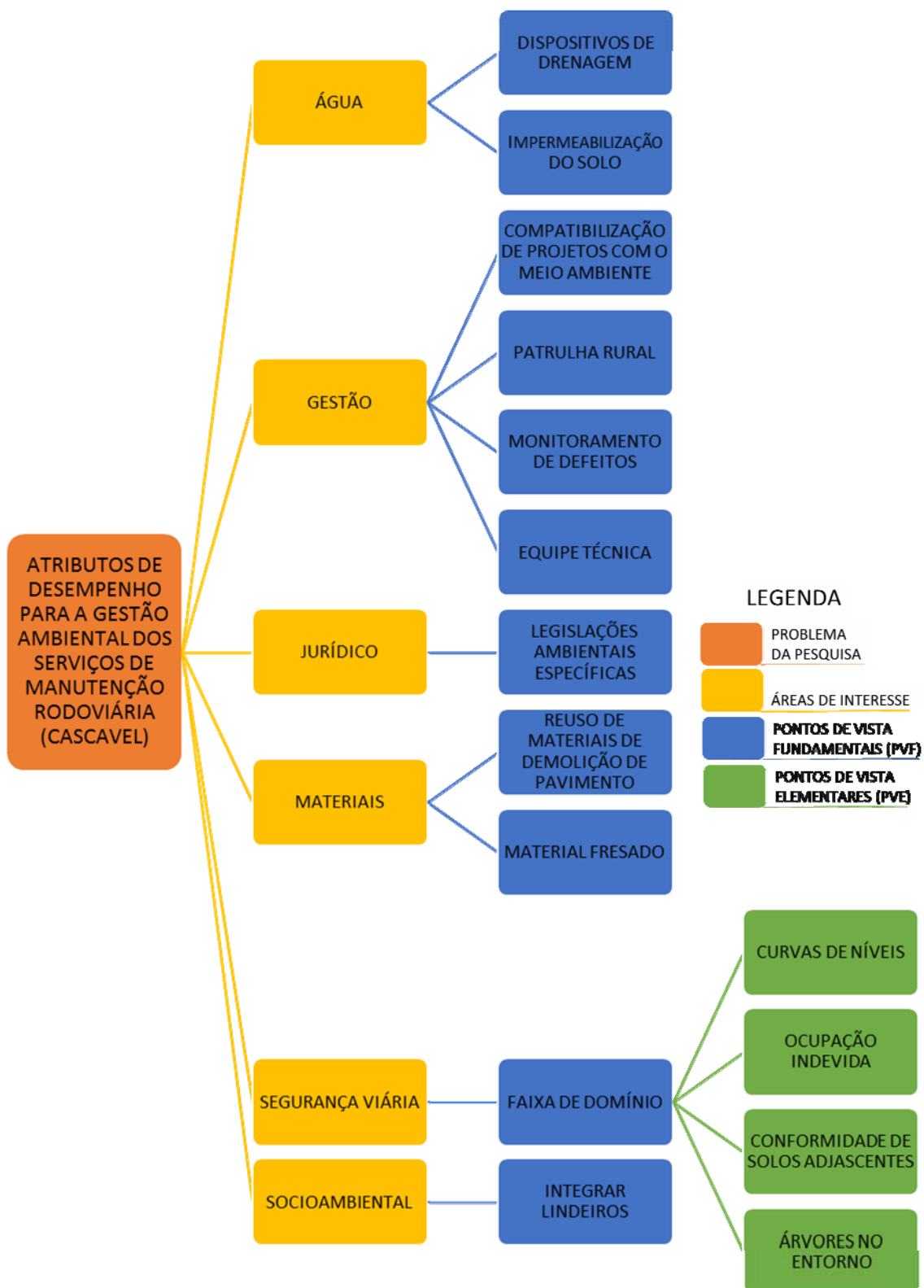
ID	Elementos relacionados ao problema	Interações		
		Meio	Fim	Total
137	Semeadura em taludes e aterro (enleivamento)	0	0	0
138	Retirar espécies exóticas (eucalipto e pinus)	1	0	1
139	Faixa de domínio (plantações irregulares) responsabilidade de retirada	0	1	1
140	Construção de cercas na faixa de domínio	0	0	0
141	Caixa de contenção nas saídas dos bueiros	2	2	4
142	Integração entre projetos (água/solo/rodovia)	2	3	5
143	Invasão irregular na faixa de domínio (moradores)	0	1	1
144	Legislações para responsabilidades dos órgãos sobre a faixa de domínio	0	1	1
145	Integração entre órgãos para irregularidades	3	0	3
146	Reintegração de posse faixa de domínio	1	0	1
147	Acessos irregulares	0	0	0
148	Destinação dos resíduos sólidos	0	3	3
149	Atropelamento de animais silvestres	0	3	3
150	Contenção/condução de animais silvestres	3	2	5
151	Proliferação de espécies de animais	1	3	4
152	Monitoramento de fauna	4	0	4
153	Sinalização para animais (cuidado)	3	3	6
154	Manutenções na drenagem	1	2	3
155	Burocratização de processos (morosidade)	1	0	1
156	Problemas emergenciais (chuvas)	0	2	2
157	Medidas paliativas para emergências	2	0	2
158	Monitoramento de sistemas de drenagem	4	0	4
159	Pesquisa e treinamento (equipes/software/sistemas)	1	2	3
160	Preservação das nascentes	0	1	1
		29	29	58

**Fonte:** Organizado pelo autor, 2015

Em Ponta Grossa, 9 especialistas participaram contribuindo com 24 elementos. As áreas de maior preocupação foram “Fauna” pela morte de animais, extinção e seu monitoramento; da “Gestão” com as medidas de integração do setor técnico com o ambiental, destaca-se também o baixo entrosamento entre as equipes de trabalho.

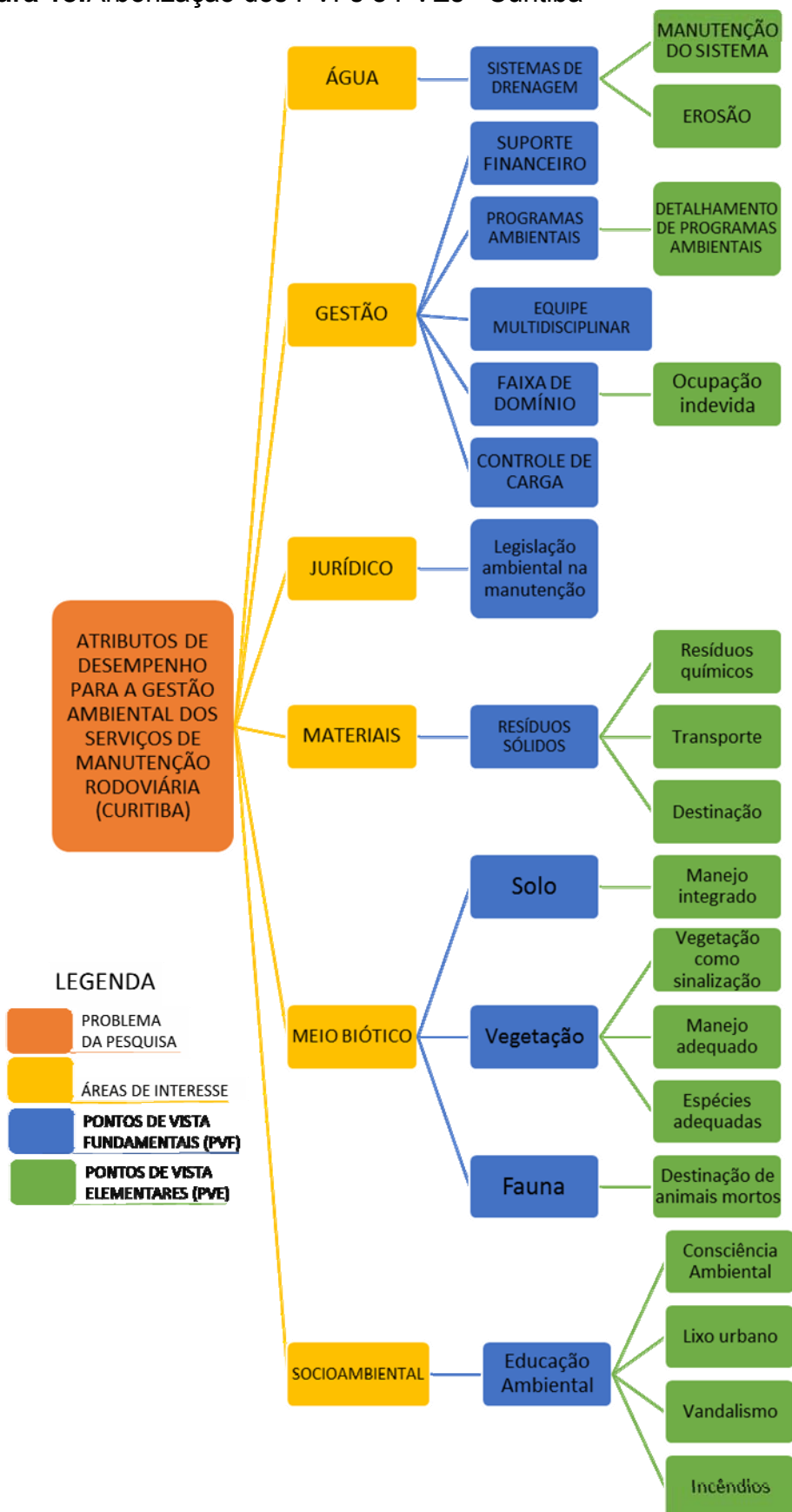
As Figuras 17 a 21 mostram as áreas de interesse, os PVFs, PVEs dos Mapas de Meios e Fins para a Fase 2 do trabalho.

Figura 17: Arborização dos PVFs e PVEs – Cascavel



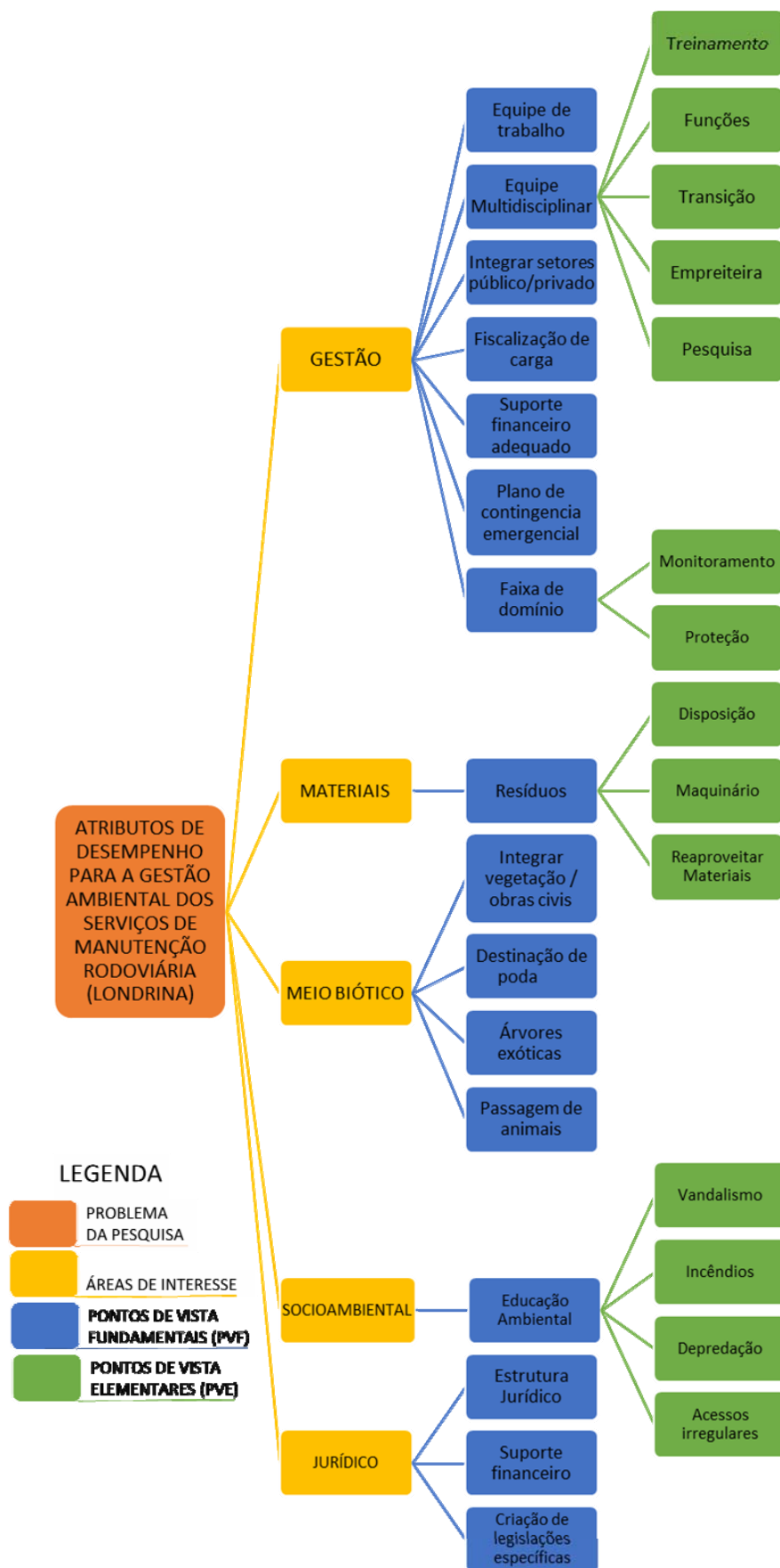
Fonte: Organizado pelo autor

Figura 18: Arborização dos PVFs e PVEs– Curitiba



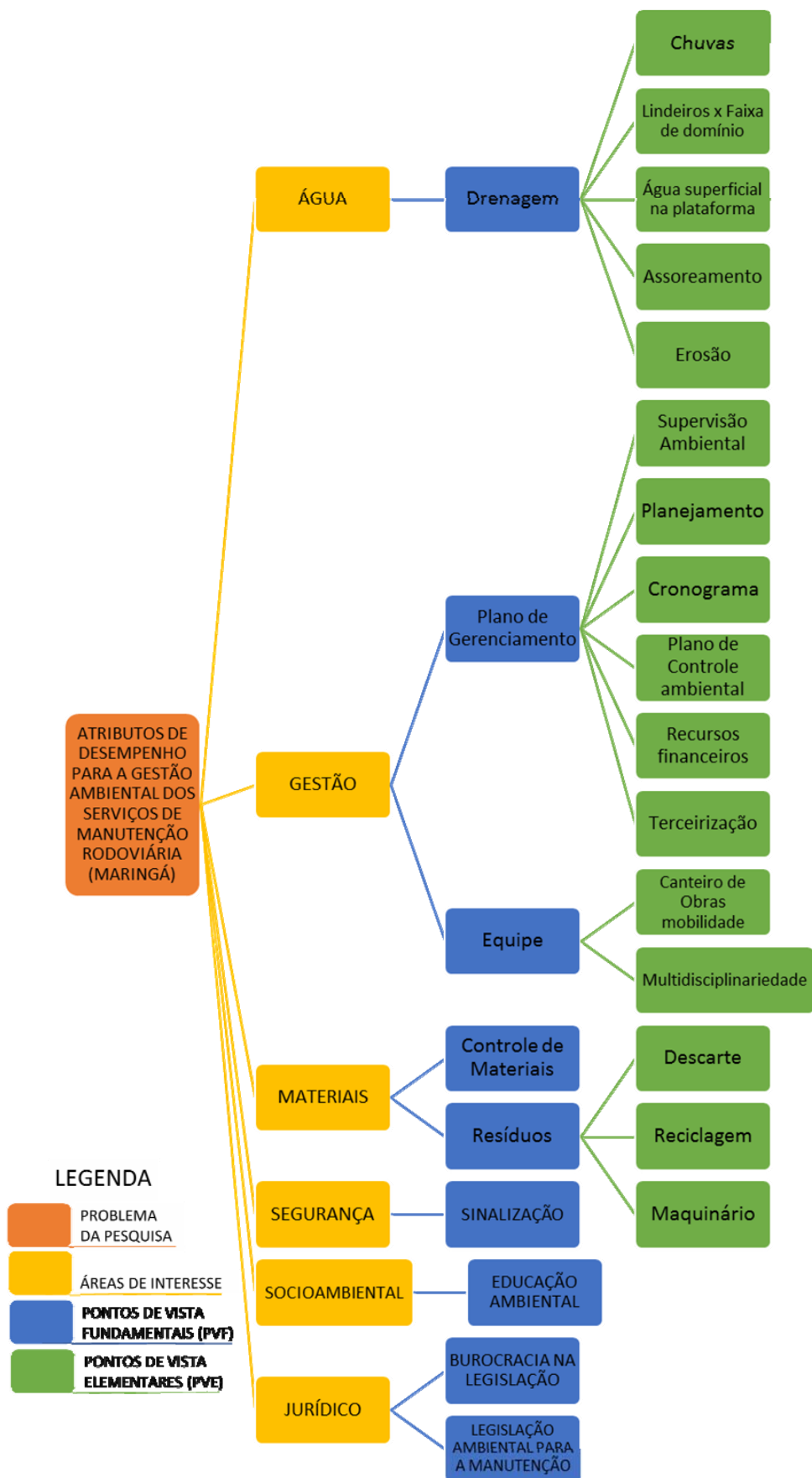
Fonte: Organizado pelo autor

Figura 19: Arborização dos PVFs e PVEs– Londrina



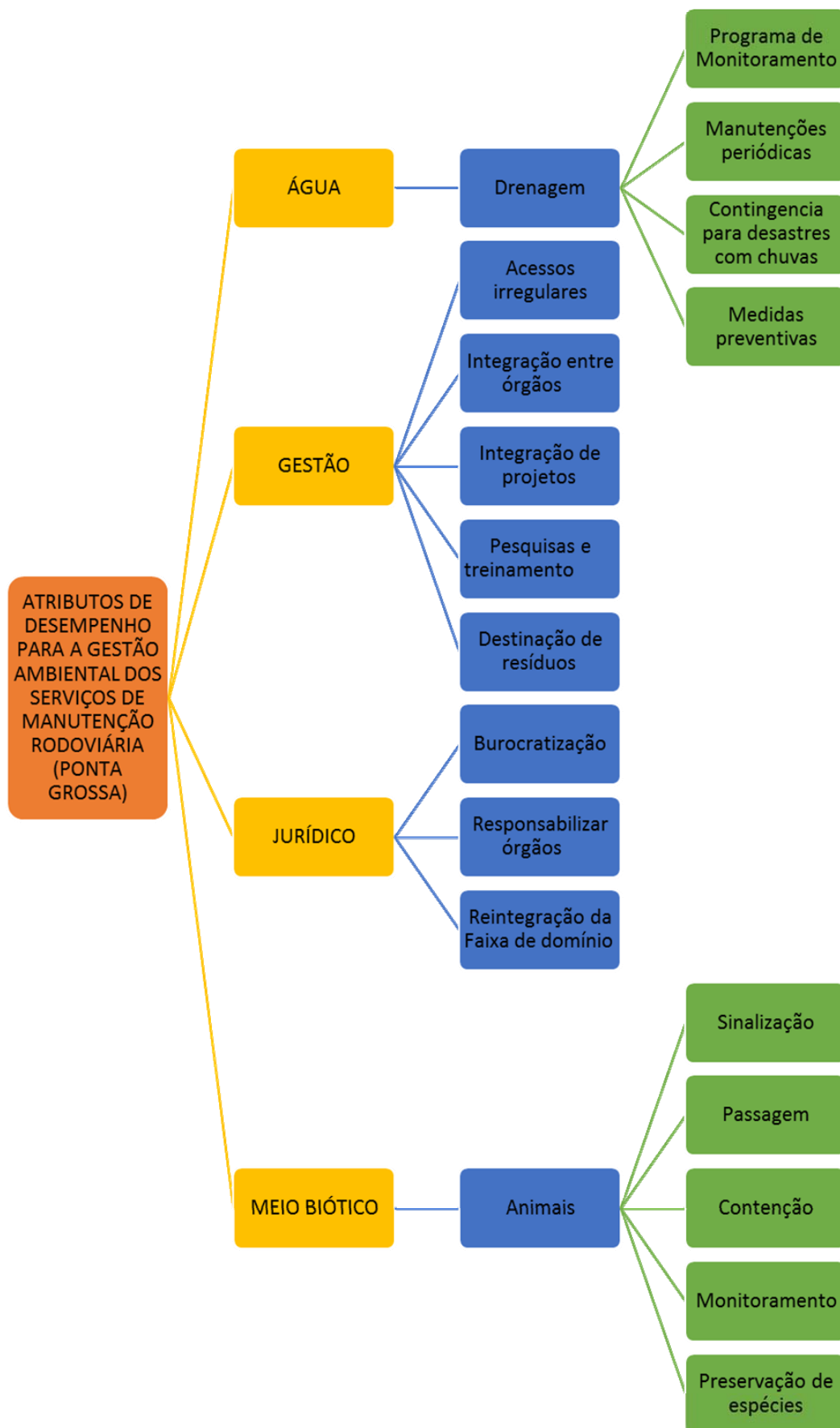
Fonte: Organizado pelo autor

Figura 20: Arborização dos PVFs e PVEs– Maringá



Fonte: Organizado pelo autor

Figura 21: Arborização dos PVFs e PVEs – Ponta Grossa



**Fonte:** Organizado pelo autor  
5.2.3. Conclusão do item

A obtenção dos PVFs e PVEs, mediante a opinião dos participantes dos *workshops*, foi a etapa mais importante para a escolha dos indicadores de desempenho para a gestão ambiental rodoviária.

Os mapas de meios e fins foram analisados consecutivas vezes para que os principais critérios tivessem evidências sobre seu comportamento de interação com os outros conceitos e pudessem caracterizar os indicadores.

Na primeira fase as interações e indicadores foram sugeridos pelos participantes do *workshop*. Na Fase 2 o autor do trabalho fez as interações de cada cidade sede do órgão rodoviário estadual e acrescentou na etapa seguinte, de obtenção para os pesos dos critérios, os elementos obtidos na Fase 1.

Fazendo um balanço entre as fases, pode-se dizer que na Fase 1 os especialistas manifestaram suas opiniões mediante ao conhecimento que possuíam sobre o tema, já na Fase 2 ficou mais evidente que os participantes tiveram o melhoramento de suas ideias, pela contribuição de outros com experiências diferentes das suas.

Dentre os impactos ambientais não foram mencionados aspectos relacionados à velocidade, ruídos e vibrações e poluição do ar. Segundo o DER (2010) estes pontos devem ser levados em consideração quanto ao monitoramento durante a fase de manutenção.

Na Fase 2 é possível verificar a regionalidade através da opinião dos participantes, atestada pela falta de algum grupo dentre os itens.

Estas conclusões refletem a importância do método MCDA-C e sua contribuição para pesquisas com análises multicritério.

### 5.3. OBTENÇÃO DOS PESOS PARA OS CRITÉRIOS

#### 5.3.1. Fase 1

Na sequência, foi aplicado um questionário *online* para os participantes da Fase 1 para a obtenção dos pesos para os critérios. Foi enviado um *e-mail* reapercebendo a pesquisa e enfatizando a importância da contribuição para o trabalho.

As tabelas a seguir, descrevem os pesos mínimos, máximos, sua média aritmética, a mediana e o coeficiente de variação. Os gráficos em forma de *boxplot* mostram as distribuições dos valores com o intervalo, a mediana e os *outliers*, valores atípicos da distribuição dos quartis. As hastes superiores e inferiores mostram os maiores e menores pesos, respectivamente. O retângulo ao centro mostra a distribuição dos dados separados por quartis. No quartil inferior estão localizados 25% dos menores valores e no superior estão 75% dos maiores.

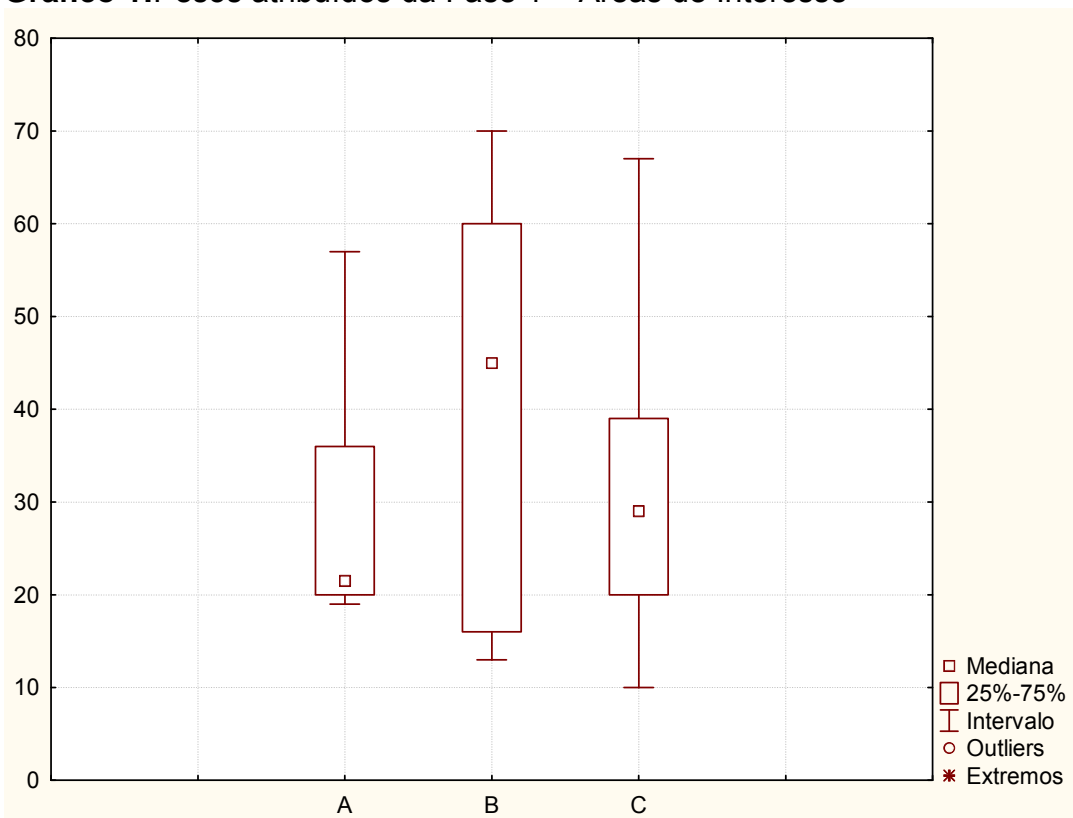
Na Tabela 17 são mostradas as pontuações dadas aos itens. O item “*Gestão Ambiental*” recebeu o mínimo de 19 e máximo de 57, com uma média entre os valores totais de 27,46. O item seguinte “*Operação Rodovia*” adquiriu valor mínimo de 13 e valor máximo de 70, com média de 40,20. O Item “*Equilíbrio Ambiental*” recebeu o mínimo de 10, máxima de 67, com média de 32,15. Desta forma o item mais importante é o “*Operação rodovia*”, que obteve a maior média. A partir do coeficiente de variação é possível verificar que os dados têm uma dispersão significativa em relação à média, não tem boa homogeneidade, provando que os participantes tiveram julgamento disperso em relação às áreas de interesse gerais. A mediana dos valores pode mostrar de forma mais clara e equilibrada como o conjunto de pesos conferidos pelos participantes se comporta, pois, o resultado da mediana é obtido a partir do valor do meio da distribuição arranjada em ordem crescente.

**Tabela 17:** Resposta do questionário áreas de interesse gerais – Fase 1

ID	Resposta	Valor mínimo	Valor máximo	Valor médio	Mediana	Coeficiente de Variação (%)
A	Gestão Ambiental	19,00	57,00	27,46	21,50	44,38
B	Operação Rodovia	13,00	70,00	40,20	45,00	53,57
C	Equilíbrio Ambiental	10,00	67,00	32,20	29,00	51,53

**Fonte:** Organizado pelo autor, 2015

O Gráfico 1 mostra a distribuição dos pesos atribuídos para as Áreas de Interesse em forma de *Boxplot*. Com a demonstração dos valores de mediana é possível verificar que no item “A – Gestão ambiental” a concentração dos pesos é de 50% entre 19 e 21,5, sendo interpretado como um item de pouca importância para os julgadores; o item “B – Operação rodovia” os pesos têm concentração maior para os valores acima de 50, caracterizando a preocupação dos avaliadores em itens relacionados à operação da rodovia; e no item “C – Equilíbrio Ambiental” verifica-se a homogeneidade entre a concentração de pesos.

**Gráfico 1:** Pesos atribuídos da Fase 1 – Áreas de Interesse

**Fonte:** Organizado pelo autor, 2015

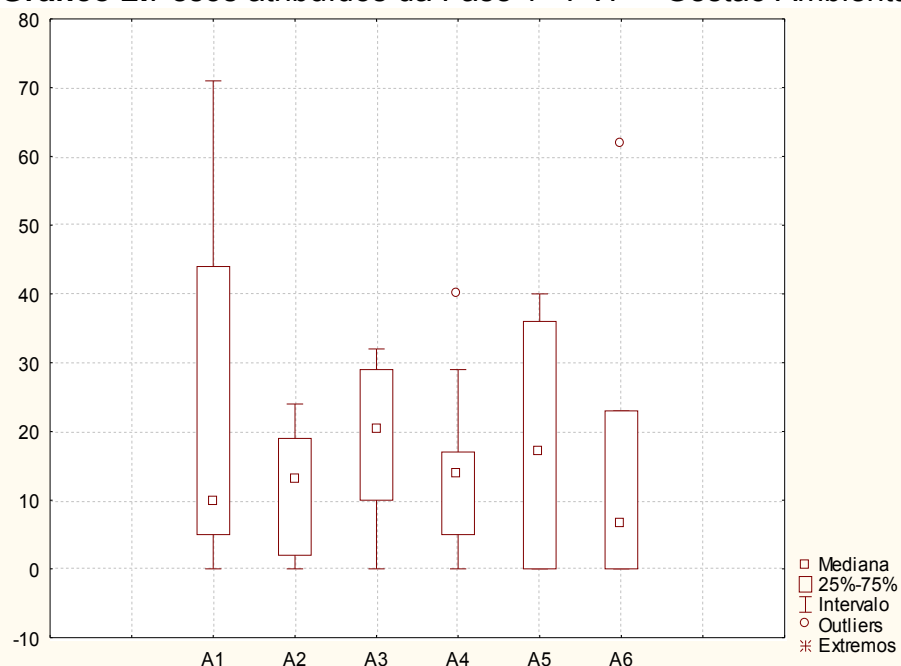
Na Tabela 18 são mostradas as respostas do questionário para os PVFs do grupo Gestão Ambiental. Na coluna valor mínimo, observa-se valores 0 (zero) para todos os seis itens do grupo “*Gestão Ambiental*”. Os valores máximos chegam a 71 e o valor médio máximo de 22,60. Pelo coeficiente de variação é possível notar que os pesos atribuídos pelos participantes não têm boa homogeneidade. É importante ressaltar os valores acima de 100% entre os itens “A1 – Gerenciamento de Resíduos Sólidos” e “A6 – Controle de Cargas”, são caracterizados pela grande discrepância entre a opinião dos participantes. É possível comprovar isso pela diferença acima de 50% entre os valores médios e as medianas de cada item.

**Tabela 18:** Resposta ao questionário para PVF - Gestão Ambiental – Fase 1

ID	Resposta	Valor mínimo	Valor máximo	Valor médio	Mediana	Coefficiente de Variação (%)
A1	Gerenciamento de Resíduos Sólidos	0,00	71,00	22,60	10,00	105,38
A2	Plano de Contingência de Acidentes	0,00	24,00	11,50	13,00	77,37
A3	Monitoramento De Defeitos	0,00	32,00	18,50	20,50	63,67
A4	Plano de Contingência Ambiental	0,00	40,00	14,60	14,00	85,62
A5	Manutenção da Sinalização	0,00	40,00	18,50	17,00	87,21
A6	Controle de Cargas	0,00	62,00	14,30	6,50	135,32

**Fonte:** Organizado pelo autor, 2015

No Gráfico 2 é mostrada a distribuição dos dados dos pesos atribuídos para o “PVF – Gestão”. Percebe-se que os itens “A4 – Plano de Contingência Ambiental” e “A6 – Controle de Cargas” tem valores atípicos, chamados de *outliers*, 40 e 62, respectivamente. Para os testes estatísticos, geralmente, estes valores poderiam ser retirados, porém como se tratam de pesos, demonstrando a opinião dos julgadores, deve-se considerá-los nas análises. No item “A1 – Gerenciamento de Resíduos Sólidos” é possível dizer que a maioria dos participantes atribuíram os pesos entre os valores de 0 a 10 e apenas alguns pontuaram valores mais altos. Pela forma do gráfico verifica-se que os participantes não possuem concordância entre as ponderações dos itens, pois existem diferenças grandes entre as áreas dos intervalos e da forma dos quartis.

**Gráfico 2:** Pesos atribuídos da Fase 1 –PVF – Gestão Ambiental

**Fonte:** Organizado pelo autor, 2015

Na Tabela 19 estão os valores para o grupo Operação Rodovia. O item que obteve maiores pesos foi o “B2 - Manutenção do Sistema de Drenagem” com a média de 26,60 e o segundo menor coeficiente de variação com 56,58%. O maior coeficiente de variação foi para o item “B1 – Emissão de poluentes”, mostrando que os participantes não tinham opiniões parecidas sobre este item.

Os outros valores de coeficientes de variação foram também considerados altos, se fossem abaixo de 25% seriam considerados que os dados têm homogeneidade boa, ou que os participantes possuem visão parecida. Este fato pode ainda ser comprovado pela proximidade entre o valor médio e a mediana.

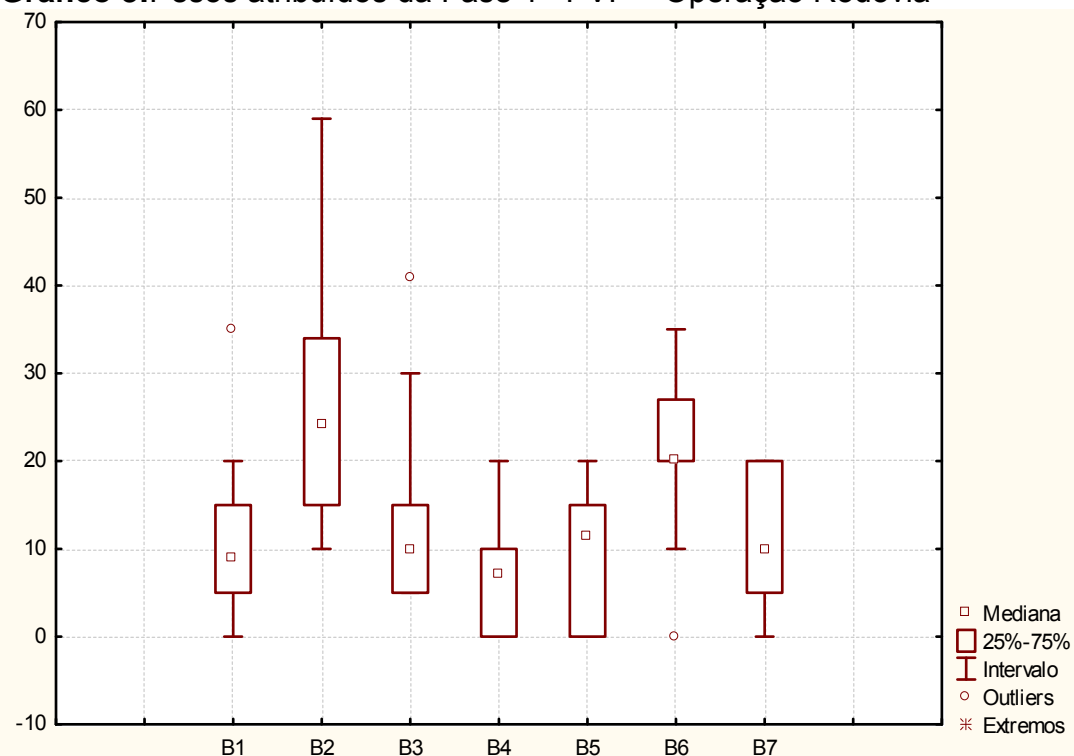
**Tabela 19:**Resposta ao questionário para PVF - Operação Rodovia – Fase 1

ID	Resposta	Valor mínimo	Valor máximo	Valor médio	Mediana	Coeficiente de Variação (%)
B1	Emissão de Poluentes	0,00	35,00	11,50	9,00	91,13
B2	Manutenção do Sistema de Drenagem	10,00	59,00	26,60	24,00	56,58
B3	Controle de Podas	5,00	41,00	13,60	10,00	90,27
B4	Canteiro de Obras	0,00	20,00	7,36	7,00	90,88
B5	Acidentes de Trabalho	0,00	20,00	9,80	11,50	82,17
B6	Reciclagem de Pavimento	0,00	35,00	20,20	20,00	48,77
B7	Conservação da Faixa de Domínio	0,00	20,00	11,00	10,00	70,42

**Fonte:** Organizado pelo autor, 2015

O Gráfico 3 apresenta os pesos atribuídos em forma de boxplot. Verifica-se que diversos valores são atípicos da distribuição, porém não podem ser descartados para análise estatística. É possível notar que o item “B4 – Canteiro de Obras” foi o que obteve menores pesos, sendo a que seus valores nos quartis se agrupam de 0 (zero) a 10 (dez). O Item “B6 – Reciclagem de Pavimento” foi avaliado de forma mais homogênea tendo seu ponto de mediana muito próximo de média.

O Grupo PVF – Operação rodovia apesar de ser o que recebeu maiores valores nos pesos (Tabela 17) não apresenta concordância nas opiniões dos participantes.

**Gráfico 3:** Pesos atribuídos da Fase 1 –PVF – Operação Rodovia

Fonte: Organizado pelo autor, 2015

Na Tabela 20 estão os valores para os itens do grupo Equilíbrio Ambiental. O item “C2 – Proteção da fauna e flora” foi julgado como o mais importante com valor médio de 37,80, porém seu coeficiente de variação não reflete que os participantes vejam este item com consenso. O item “C3 - Controle de Erosões e Assoreamento” foi o que obteve menores pesos, refletidos em seu baixo valor médio de 28,40. Neste grupo a mediana e os valores médios dos itens estão próximos, demonstrando assim, que a concentração de pesos está próxima, 50% acima dos valores da média e 50% abaixo.

**Tabela 20:** Resposta ao questionário para PVF - Equilíbrio Ambiental – Fase 1

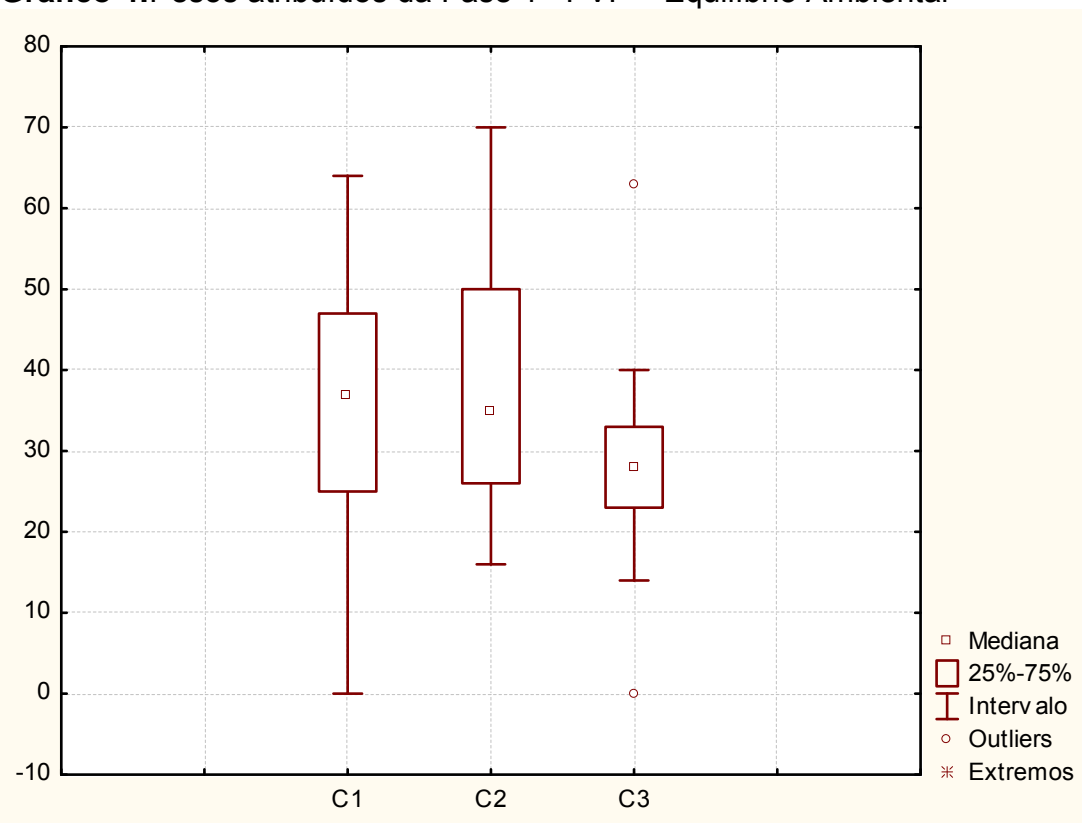
ID	Resposta	Valor mínimo	Valor máximo	Valor médio	Mediana	Coefficiente de Variação (%)
C1	Contaminação de Lençol Freático	0,00	64,00	33,80	37,00	61,49
C2	Proteção da Fauna e Flora	16,00	70,00	37,80	35,00	42,98
C3	Controle de Erosões e Assoreamento	0,00	63,00	28,40	28,00	57,72

Fonte: Organizado pelo autor, 2015

No Gráfico 4 são mostradas as distribuições dos pesos dos participantes da Fase 1. O item “C3 – Controle de Erosões e Assoreamento” tem

dois valores que aparecem apenas uma vez na pontuação atribuída pelos participantes, 0 (zero) e 63 (sessenta e três) respectivamente, fazendo com que sejam considerados *outliers* e não participem da distribuição dos quartis e intervalos superior e inferior do *boxplot*. É possível verificar que a concentração dos pesos está cerca de 50% acima e 50% abaixo dos valores da mediana, caracterizando certo equilíbrio entre o grupo.

**Gráfico 4:** Pesos atribuídos da Fase 1 –PVF – Equilíbrio Ambiental



**Fonte:** Organizado pelo autor, 2015

Na Tabela 21 são mostrados os valores para o grupo Proteção da Fauna e Flora. Dentre os itens do questionário da Fase 1 estes tiveram os menores coeficientes de variação. Considerando assim que os participantes tiveram certo consenso para atribuir os pesos. O item que teve a maior média foi o “C22 – Recuperação de áreas degradadas” com 29,40 e o “C24 – Monitoramento da fauna” os menores valores com 22,00. Ressalta-se ainda o item “C21 – Área de preservação permanente” que teve o menor coeficiente de variação de todo o questionário da Fase 1, sendo considerado apenas este o que teve homogeneidade nos pesos. Percebe-se também a proximidade entre os valores de mediana e média.

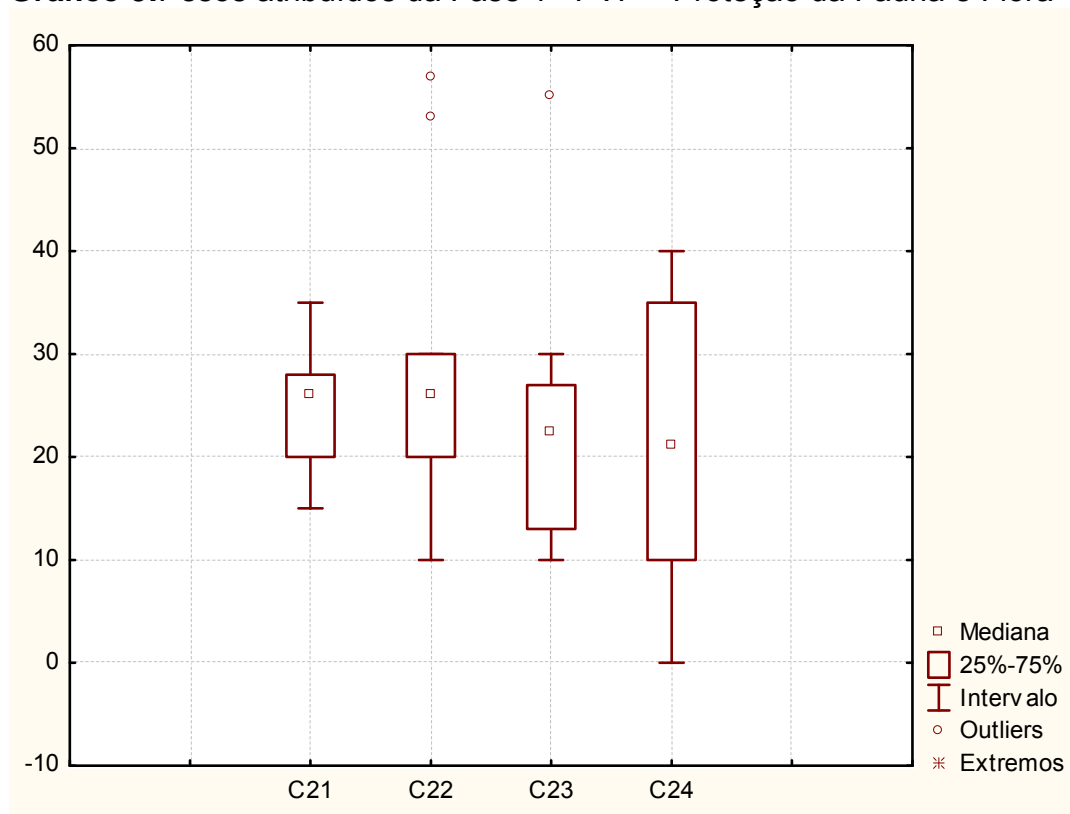
**Tabela 21:** Resposta ao questionário para PVF - Proteção da Fauna e Flora – Fase 1

ID	Resposta	Valor mínimo	Valor máximo	Valor médio	Mediana	Coeficiente de Variação (%)
C21	Área de Preservação Permanente	15,00	35,00	25,00	26,00	25,16
C22	Recuperação de áreas degradadas	10,00	57,00	29,40	26,00	50,30
C23	Recuperação da Mata Ciliar	10,00	55,00	23,60	22,50	55,11
C24	Monitoramento da Fauna	0,00	40,00	22,00	21,00	60,49

**Fonte:** Organizado pelo autor, 2015

No Gráfico 5 são mostradas as distribuições dos pesos atribuídos pelos participantes para o “PVF – Proteção da Fauna e Flora”. Existem dois dados, para o item “C22 – Recuperação de áreas degradadas”, que apareceram apenas uma vez e destoaram da distribuição do *boxplot*, sendo considerados pesos que poderiam ser retirados para análise estatística. E também há um peso que destoa do item “C23 – Recuperação da Mata Ciliar”, com o valor de 55,00.

**Gráfico 5:** Pesos atribuídos da Fase 1 –PVF – Proteção da Fauna e Flora



**Fonte:** Organizado pelo autor, 2015

Para finalizar a análise dos pesos, foi aplicado o teste de Kruskal-Wallis para verificar se existem diferenças significativas entre os dados atribuídos

pelos participantes do workshop. Na Tabela 22 constam os resultados do Teste de *Kruskal-Wallis* para a Fase 1. A significância adotada foi de 5%, portanto se p-valor for menor que 0,05 os pesos dentro dos grupos diferem estatisticamente.

**Tabela 22:** Fase 1 - Teste de *Kruskal-Wallis*

GRUPOS	$\alpha$	p-valor	Situação
Áreas de Interesse	0,05	0,5106	Aceitar $H_0$
PVF – Gestão	0,05	0,7817	Aceitar $H_0$
<b>PVF - Operação Rodovia</b>	0,05	<b>0,0037</b>	Rejeitar $H_0$
PVF - Equilíbrio Ambiental	0,05	0,3566	Aceitar $H_0$
PVE - Proteção da Fauna e Flora	0,05	0,8334	Aceitar $H_0$

Fonte: Organizado pelo autor, 2015

Nesta Fase do trabalho, apenas o grupo PVF – Operação Rodovia teve diferenças estatísticas. Para descobrir quais itens tiveram diferença realizou-se o teste de Dunn.

Na Tabela 23 são mostradas as diferenças estatísticas entre os itens, analisadas pelo teste de Dunn.

**Tabela 23:** Fase 1 - Teste de Dunn PVF – Operação Rodovia

ID	Resposta	Valores médio	Mediana	
<b>B2</b>	Manutenção do Sistema de Drenagem	26,6	24,00	<b>a</b>
<b>B6</b>	Reciclagem de Pavimento	20,2	20,00	<b>ab</b>
<b>B3</b>	Controle de Podas	13,6	10,00	<b>ab</b>
<b>B1</b>	Emissão de Poluentes	11,5	9,00	<b>ab</b>
<b>B7</b>	Conservação da Faixa de Domínio	11	10,00	<b>ab</b>
<b>B5</b>	Acidentes de Trabalho	9,8	11,50	<b>ab</b>
<b>B4</b>	Canteiro de Obras	7,36	7,00	<b>b</b>

As médias seguidas da mesma letra, não diferem entre si por meio do Teste de Dunn ao nível de 5% de significância

Segundo apresentado na Tabela 23, os maiores pesos foram observados para o item “B2 – Manutenção do sistema de drenagem”, os menores pesos foram no grupo “B4 – Canteiro de Obras”, os demais grupos não se diferenciaram do grupo B2 ou do grupo B4. Conclui-se, portanto, que a diferença entre estes itens pode ser reavaliada na aplicação dos indicadores. Porém, como a mensuração foi atribuída pelo grau de julgamento dos participantes, não é possível interferir diretamente.

### 5.3.2. Fase 2

Após a realização dos Mapas de Meios e Fins de cada cidade sede do órgão estadual, foi montado o questionário *online*. As 160 (cento e sessenta) opiniões coletadas foram filtradas em 7 (sete) áreas de interesse, 70 (setenta) PVFs e 12 (doze) PVEs.

Pelo questionário foi possível caracterizar a área de formação, o tempo de trabalho e a região dos participantes, porém as análises relativas às tabelas e gráficos que serão apresentados a seguir, refletem a opinião de todos.

Durante os 30 dias de prazo que os participantes tiveram para responder ao questionário, o autor do trabalho entrou em contato com os profissionais responsáveis pelas cidades sede do órgão rodoviário do Paraná, para que relembassem a importância da pesquisa e instigassem seus subordinados para contribuir. Infelizmente, apenas 9 (nove) profissionais responderam ao questionário dentro do prazo.

A seguir haverá uma descrição e análise das respostas adquiridas.

#### 5.3.2.1. Caracterização dos participantes

A primeira pergunta do questionário se referia às características da formação e de tempo de serviço dos participantes da Fase 2. Na Tabela 24 são mostradas as formações acadêmicas dos profissionais que responderam à pesquisa, num total de 9 (nove) opiniões.

**Tabela 24:** Formação dos participantes que responderam o questionário – Fase 2

Formação	Quantidade
Engenharia Civil	3
Geografia	1
Engenharia Florestal	3
Engenharia Ambiental	2

**Fonte:** Organizado pelo autor, 2015

Durante o prazo dado para a pesquisa, o autor do trabalho entrou em contato com os participantes semanalmente, por telefone e por e-mail, solicitando que respondessem o questionário. Porém, obteve apenas 31% de adesão ao questionário, dos que realizaram o *workshop* inicial.

Na Tabela 25 é mostrado o tempo de trabalho na função dos 9 (nove) especialistas. Apenas 1 (um) deles tem menos de um ano de trabalho na função e 5 (cinco) especialistas têm mais de cinco anos de trabalho na função.

**Tabela 25:** Tempo de trabalho dos especialistas que responderam o questionário – Fase 2

Tempo de trabalho	Quantidade
Menos de 1 ano	1
De 1 a 5 anos	3
De 5 a 10 anos	3
Mais de 20 anos	2

**Fonte:** Organizado pelo autor, 2015

A variedade de tempo de serviço dos especialistas pode refletir melhor a opinião do órgão estadual, visto que os profissionais com menos tempo de serviço têm visões diferentes dos que já trabalham há muito tempo.

Na Tabela 26 são mostradas as regiões das cidades que os *workshops* foram feitos e a quantidade dos participantes que responderam o questionário em cada região. Apenas a região Norte não teve participação com os pesos para os critérios. É possível notar que, em número, os participantes da região leste foram os que mais participaram, porém em relação a porcentagem as regiões Noroeste e Oeste tiveram os maiores valores.

**Tabela 26:** Região dos participantes que responderam o questionário – Fase 2

Cidade Sede	Região	Quantidade	% dos que participaram do <i>workshop</i>
Ponta Grossa	Campos Gerais	1	11%
Curitiba	Leste	4	44%
Maringá	Noroeste	2	67%
Londrina	Norte	0	0
Cascavel	Oeste	2	67%
<b>Total</b>		<b>9</b>	<b>31%</b>

**Fonte:** Organizado pelo autor, 2015

### 5.3.2.2. Pesos para os critérios

Com relação a Fase 2 o questionário aplicado teve 9 respostas dos especialistas. A Tabela 27 reflete os pesos dados para as áreas de Interesse Gerais. É possível perceber que os itens mais pontuados foram “A – Água” com valor médio de 25,44, em seguida o grupo “F – Segurança viária” com 19,89 e em terceiro lugar o grupo “G – Socioambiental” com o peso médio de 13,11. Estes grupos foram também os que não tiveram pontuação 0 (zero) como valor mínimo, tornando-os os 3 (três) mais importantes da avaliação das áreas de interesses gerais.

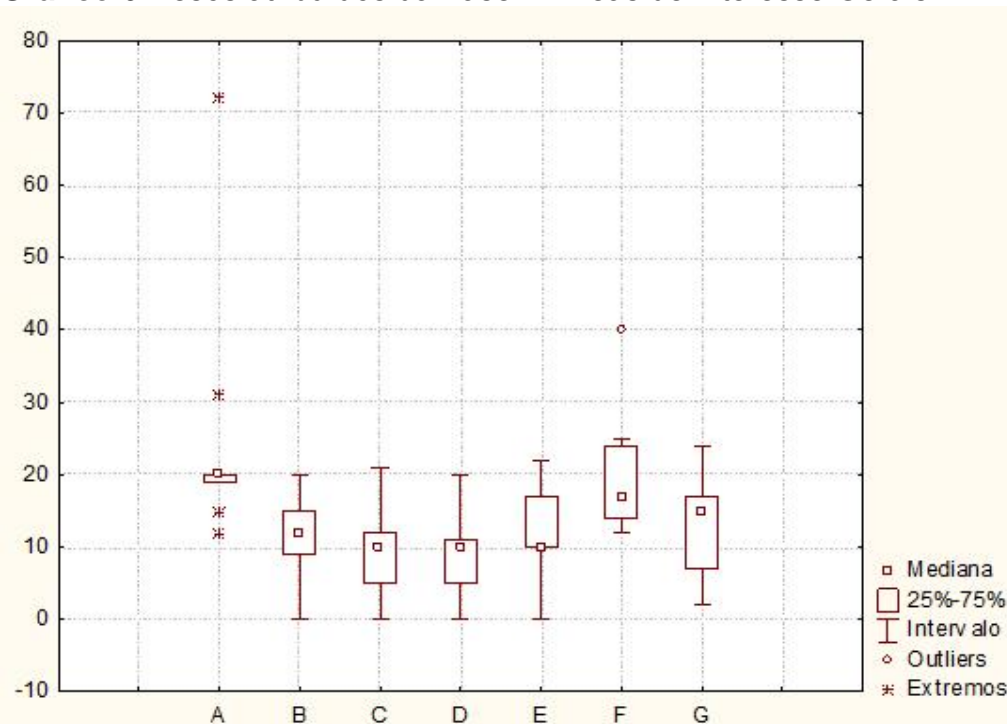
**Tabela 27:**Resposta ao questionário para as Áreas de Interesse Gerais – Fase 2

ID	Áreas de Interesses Gerais	Valor Mínimo	Valor Máximo	Valor Médio	Mediana	Coefficiente de Variação (%)
A	Água	12,00	72,00	25,44	20,00	75,94
B	Gestão	0,00	20,00	11,11	12,00	56,70
C	Jurídico	0,00	21,00	9,89	10,00	75,29
D	Materiais	0,00	20,00	8,89	10,00	68,30
E	Meio Biótico	0,00	22,00	11,67	10,00	64,30
F	Segurança Viária	12,00	40,00	19,89	17,00	45,33
G	Socioambiental	2,00	24,00	13,11	15,00	55,67

**Fonte:** Organizado pelo autor, 2015

Na Tabela 27 é possível notar ainda, que os coeficientes de variação são superiores a 25%, caracterizando a falta de homogeneidade entre as opiniões dos especialistas. O valor máximo de 72, para o grupo “A – Água” faz com que seu coeficiente de variação seja o maior e a diferença entre a mediana e o valor médio também.

No Gráfico 6 é possível verificar a distribuição dos pesos. O grupo “A – Água” foi o que apresentou mais valores que não tiveram proximidade entre a opinião dos participantes, apresentando 4 (quatro) valores de extremos. O item “F – Segurança viária” apresentou um peso com o valor de 40, sendo caracterizado como *outlier*, exceçãoda distribuição do *boxplot*.Com exceção do grupo “A – Água” e do *outlier* do grupo “F – Segurança Viária”, os grupos tiveram o intervalo das pontuações entre 0 e 25.

**Gráfico 6:** Pesos atribuídos da Fase 2 – Áreas de Interesse Gerais

Fonte: Organizado pelo autor, 2015

Na Tabela 28 são apresentados os pesos para o “PVF – Água”. Os itens de maior preocupação foram “A8 – Manutenção dos sistemas de drenagem”, com valor médio de 14,44 e “A1 – água superficial na plataforma” com média de 13,56. As diferenças entre as medianas e os valores médios foram sutis, porém o coeficiente de variação teve valores acima de 100%, mostrando que os participantes discordam bastante sobre a importância dos itens em avaliação.

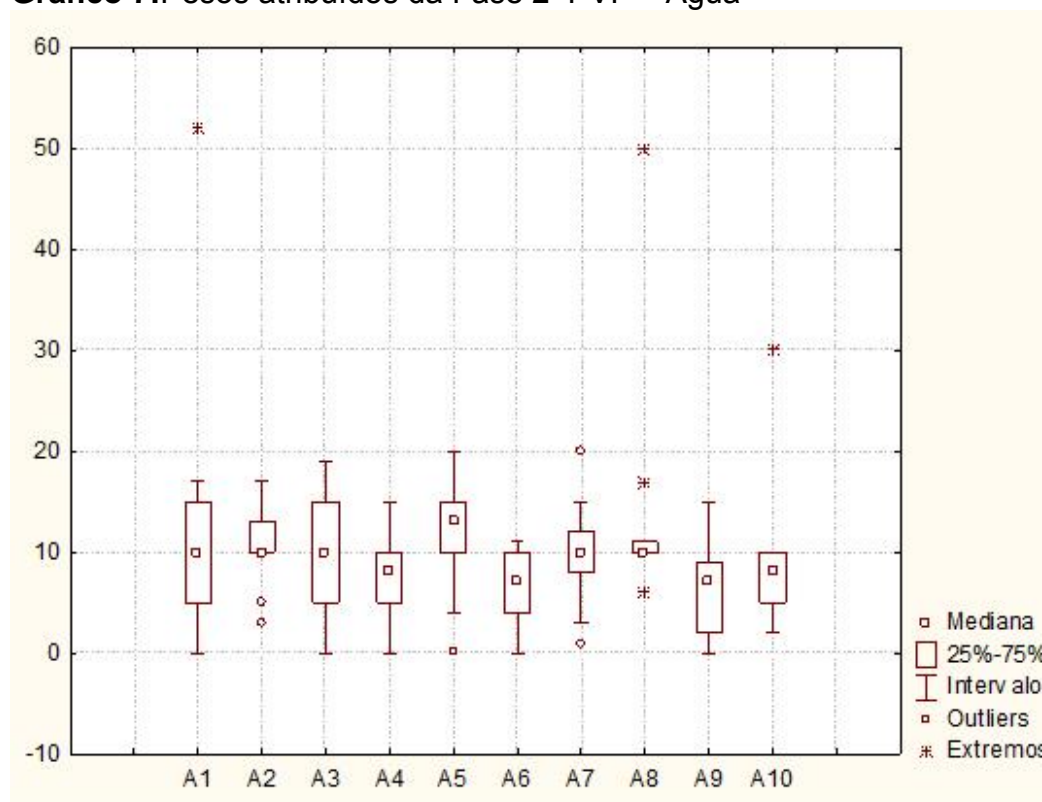
**Tabela 28:** Resposta ao questionário para PVF – Água – Fase 2

ID	PVF - ÁGUA	Valor Mínimo	Valor Máximo	Valor Médio	Mediana	Coefficiente de Variação (%)
A1	Água superficial na plataforma	0,00	52,00	13,56	10,00	121,76
A2	Assoreamento	3,00	17,00	10,33	10,00	42,66
A3	Chuvas	0,00	19,00	9,78	10,00	68,44
A4	Plano de contingência para desastres com chuvas	0,00	15,00	7,44	8,00	63,82
A5	Erosão	0,00	20,00	11,89	13,00	60,45
A6	Impermeabilidade do solo	0,00	11,00	6,67	7,00	56,37
A7	Lindeiros x faixa de domínio	1,00	20,00	10,00	10,00	61,28
A8	Manutenção dos sistemas de drenagem	6,00	50,00	14,44	10,00	101,03
A9	Medidas preventivas	0,00	15,00	6,22	7,00	85,04
A10	Programa de monitoramento da drenagem	2,00	30,00	9,67	8,00	87,56

Fonte: Organizado pelo autor, 2015

O Gráfico 7 mostra a distribuição dos pesos, verifica-se que metade dos itens apresentam valores atípicos que fogem da distribuição de dados, demonstrando a discordância entre os profissionais que julgaram a colocação do item em uma avaliação para o grupo Água e os que deram o grau de importância para avaliá-lo.

**Gráfico 7:** Pesos atribuídos da Fase 2–PVF – Água



Fonte: Organizado pelo autor, 2015

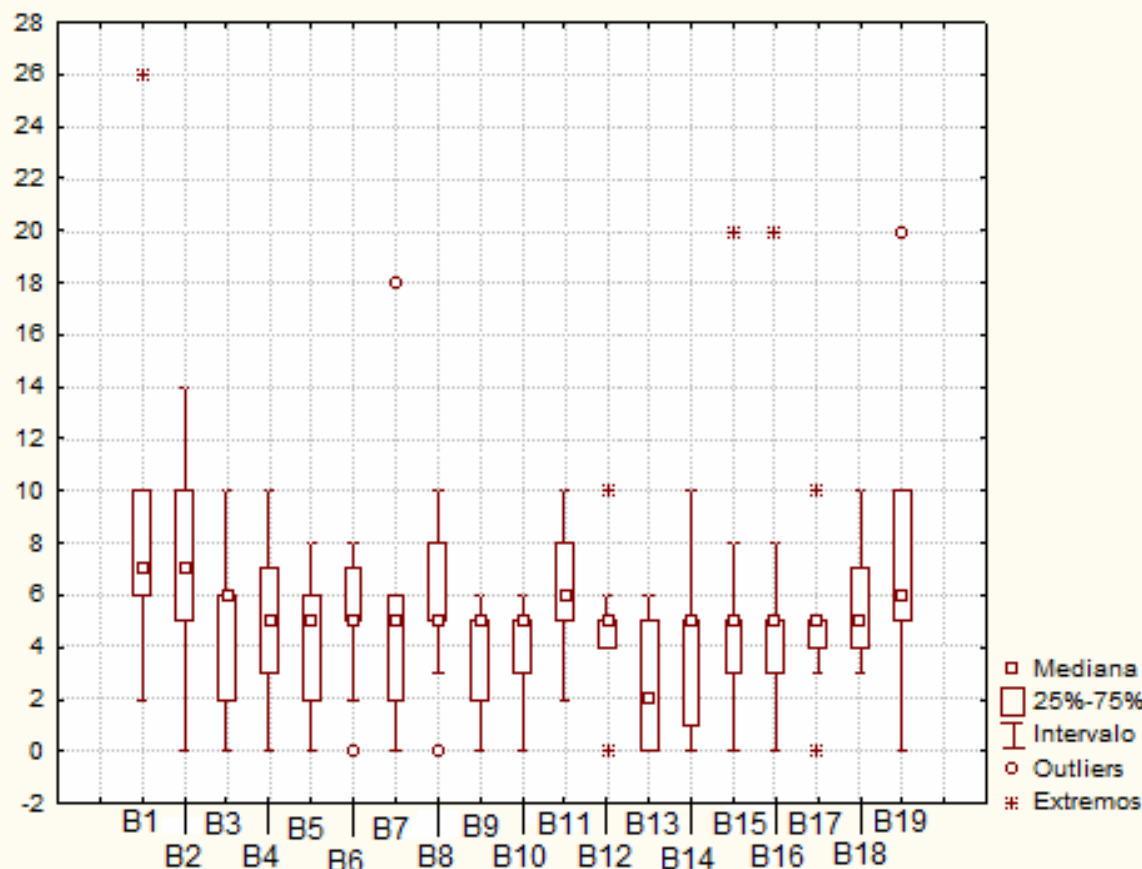
Na Tabela 29 são mostrados os pesos dados para o “PVF – Gestão”. O maior desvio padrão foi do item “B1 –Acessos Irregulares” com 7,43. Porém, como são muitos itens para esse PVF também nota-se que os valores médios máximos não superam 9,00. Os itens “B7 – Fiscalização de carga”, “B15 – Plano de contingência ambiental” e “B16 – Plano de contingência de acidentes” têm seus coeficientes de variação maiores que 100% demonstrando a grande variabilidade das opiniões dos participantes.

**Tabela 29:** Resposta ao questionário para PVF –Gestão – Fase 2

ID	PVF - GESTÃO	Valor Mínimo	Valor Máximo	Valor Médio	Mediana	Coefficiente de Variação (%)
B1	Acessos irregulares	2,00	26,00	9,00	7,00	82,60
B2	Compatibilização de projetos com o meio ambiente	0,00	14,00	7,56	7,00	55,90
B3	Controle de carga	0,00	10,00	5,00	6,00	67,14
B4	Destinação de resíduos	0,00	10,00	4,56	5,00	75,81
B5	Equipe técnica	0,00	8,00	3,89	5,00	77,68
B6	Faixa de domínio	0,00	8,00	5,00	5,00	52,10
B7	Fiscalização de carga	0,00	18,00	5,11	5,00	107,67
B8	Integração de projetos	0,00	10,00	5,78	5,00	56,61
B9	Integração de setores público/privado	0,00	6,00	3,78	5,00	66,37
B10	Integração entre órgãos	0,00	6,00	3,67	5,00	59,66
B11	Manutenção da sinalização	2,00	10,00	6,33	6,00	34,22
B12	Monitoramento de defeitos	0,00	10,00	4,78	5,00	57,52
B13	Patrulha rural	0,00	6,00	2,56	2,00	99,76
B14	Pesquisas e treinamento	0,00	10,00	3,78	5,00	85,41
B15	Plano de contingência ambiental	0,00	20,00	5,67	5,00	110,18
B16	Plano de contingência de acidentes	0,00	20,00	5,56	5,00	109,04
B17	Plano de gerenciamento	0,00	10,00	4,56	5,00	60,90
B18	Programas ambientais	3,00	10,00	6,00	5,00	36,73
B19	Suporte financeiro	0,00	20,00	7,44	6,00	47,86

**Fonte:** Organizado pelo autor, 2015

No Gráfico 8 é possível visualizar a distribuição dos pesos do “PVF – Gestão”. Verifica-se que os itens B1, B12, B15, B16 E B17 têm valores atípicos mostrando que os participantes não têm consenso sobre os itens em julgamento. Percebe-se também que as medianas estão bem próximas umas das outras, exceto a do item “B13 – Patrulha rural” que foi o item menos pontuado. A característica deste gráfico com as medianas próximas, pode ser explicada pela quantidade de itens julgados, assim a concentração de opiniões é próxima.

**Gráfico 8:** Pesos atribuídos da Fase 2–PVF – Gestão

Fonte: Organizado pelo autor, 2015

Na Tabela 30 são apresentados os pesos para o “PVE – Equipe”. É possível verificar que os itens que tiveram maiores valores médios foram “B66 – Treinamento”, com 27,56 e “B62 – Equipe Multidisciplinar”, com 21,11 dando a entender que os participantes se preocupam com o treinamento e a multidisciplinariedade de equipes para a manutenção de rodovias.

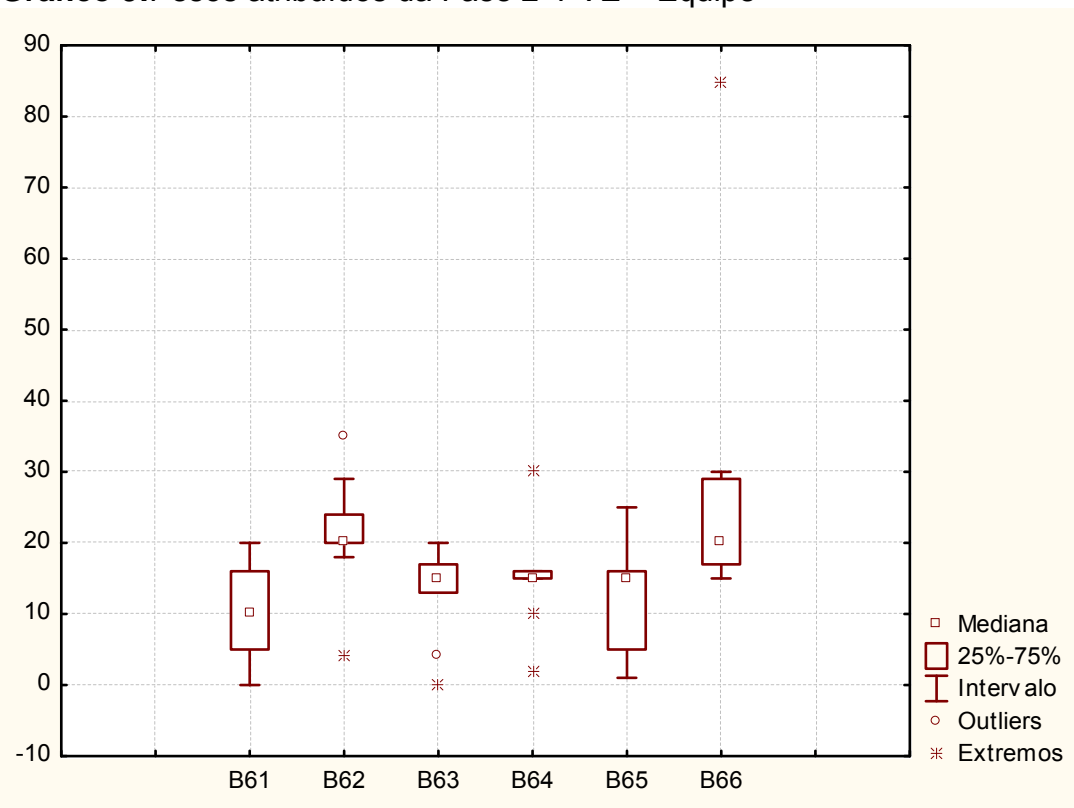
**Tabela 30:** Resposta ao questionário para PVE–Equipe – Fase 2

ID	PVE - Equipe	Valor Mínimo	Valor Máximo	Valor Médio	Mediana	Coefficiente de Variação (%)
B61	Empreiteira	0,00	20,00	11,00	10,00	69,53
B62	Equipe Multidisciplinar	4,00	35,00	21,11	20,00	42,42
B63	Funções	0,00	20,00	13,22	15,00	55,39
B64	Pesquisa	2,00	30,00	14,89	15,00	51,99
B65	Transição	1,00	25,00	12,22	15,00	67,10
B66	Treinamento	15,00	85,00	27,56	20,00	84,94

Fonte: Organizado pelo autor, 2015

No Gráfico 9 percebe-se que o peso que mais destoou das notas dos outros itens foi o “B66 – treinamento” com uma nota extrema máxima de 85, fazendo aumentar o valor de média deste item. O item “B61 – Empreiteira” é o único que tem a distribuição dos dados de forma simétrica.

**Gráfico 9:** Pesos atribuídos da Fase 2–PVE – Equipe



**Fonte:** Organizado pelo autor, 2015

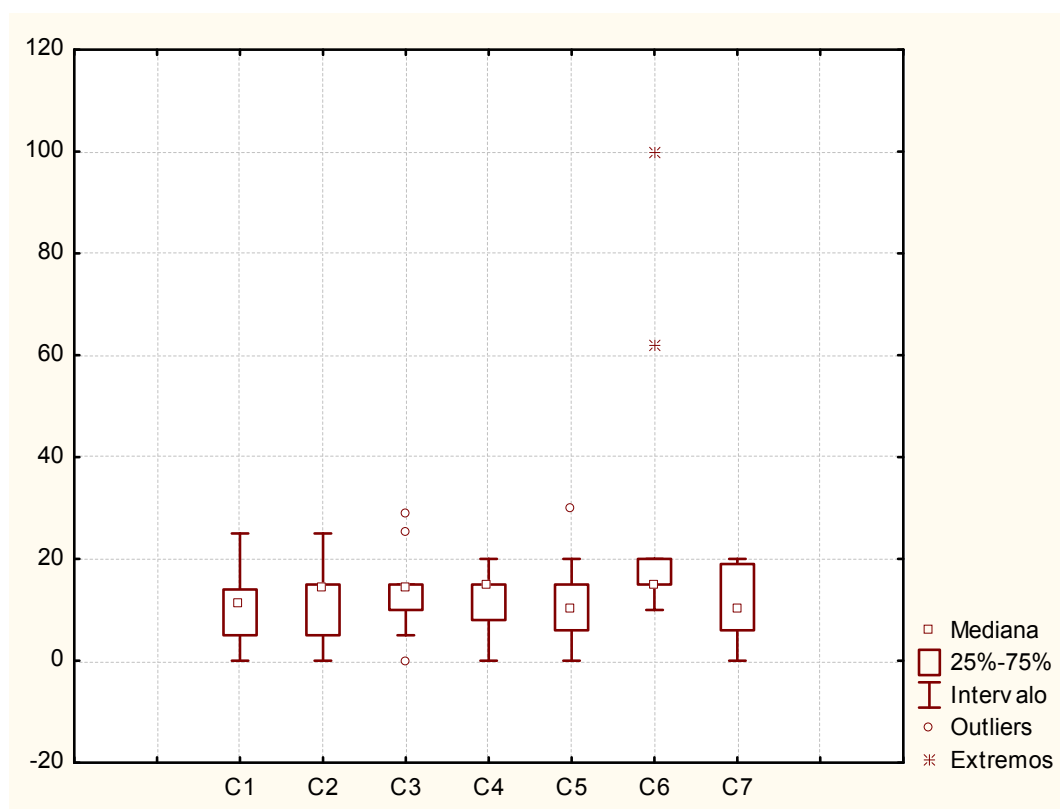
Na Tabela 31 é mostrado que os dados fornecidos pelos especialistas tiveram concordância entre os itens, exceto um peso do item “C6 – Estrutura Jurídico” que teve a pontuação de 100 (cem), fazendo a maior disparidade do grupo do “PVF – Jurídico”, elevando seu coeficiente de variação para 109,56%. Os coeficientes de Variação de todos os itens são maiores que 25%, mostrando a falta de homogeneidade entre as opiniões.

**Tabela 31:** Resposta ao questionário para PVF –Jurídico – Fase 2

ID	PVF - JURÍDICO	Valor Mínimo	Valor Máximo	Valor Médio	Mediana	Coefficiente de Variação (%)
C1	Legislações ambientais específicas	0,00	25,00	10,56	11,00	85,19
C2	Burocracia na legislação	0,00	25,00	11,11	14,00	59,69
C3	Burocratização no órgão	0,00	29,00	13,78	14,00	53,68
C4	Responsabilização dos órgãos	0,00	20,00	12,00	15,00	54,55
C5	Reintegração da faixa de domínio	0,00	30,00	11,89	10,00	79,15
C6	Estrutura jurídico	10,00	100,00	29,56	15,00	109,56
C7	Suporte financeiro	0,00	20,00	11,11	10,00	69,17

Fonte: Organizado pelo autor, 2015

O Gráfico 10 apresenta a distribuição dos pesos para o “PVF – Jurídico” e reforça as afirmações de similaridade entre pesos dos especialistas para todos os itens e da disparidade das notas para o item “C6 – Estrutura jurídico”. É possível entender que os participantes, em média tem a mesma opinião sobre o setor Jurídico e sobre as questões de burocracia para tratar dos aspectos ambientais da manutenção das rodovias.

**Gráfico 10:** Pesos atribuídos da Fase 2–PVF – Jurídico

Fonte: Organizado pelo autor, 2015

Na Tabela 32 são mostrados os pesos para o “PVF – Materiais”, apontando como os mais importantes o item “D1 – Controle de Materiais”, seguido

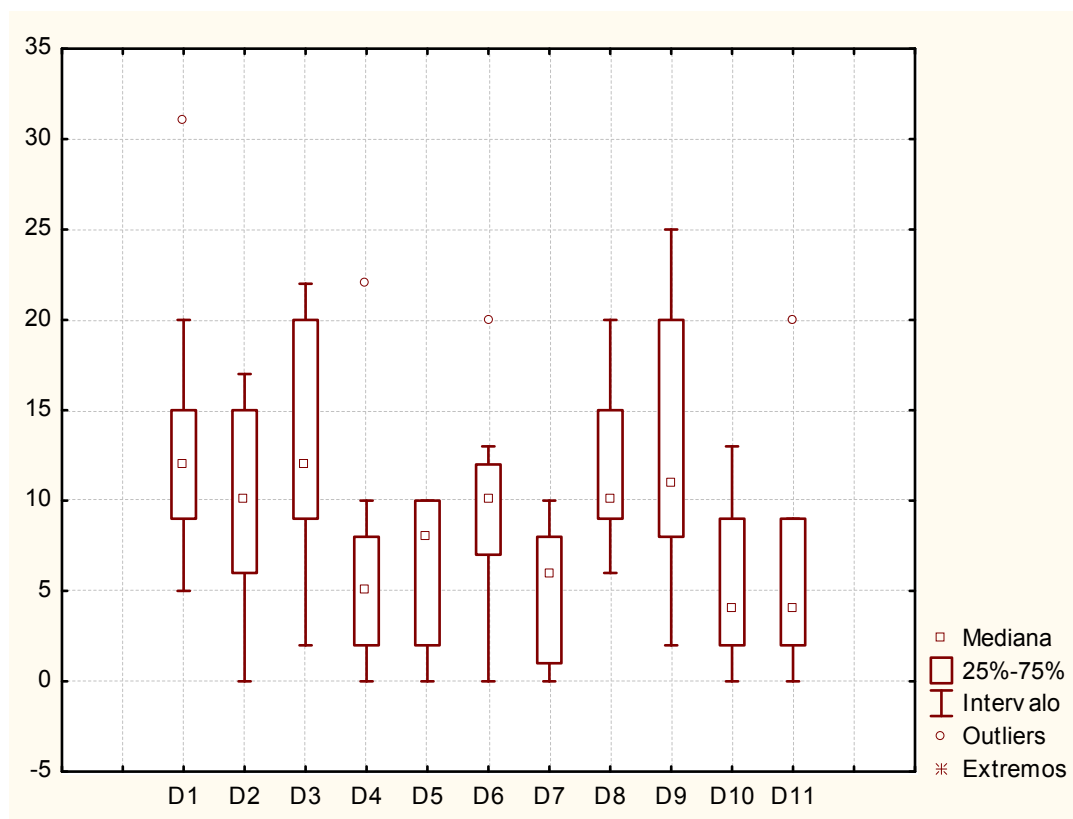
do “D3 – Destinação de resíduos sólidos” e o “D9 – Reciclagem de resíduos”, demonstrando a importância que os especialistas dão ao controle de materiais depois que são retirados da obra de pavimentação. O item “D11 – Transporte de resíduos sólidos” foi o que teve maior variabilidade apontado pelo coeficiente de variação acima de 100%

**Tabela 32:** Resposta ao questionário para PVF –Materiais – Fase 2

ID	PVF - MATERIAIS	Valor Mínimo	Valor Máximo	Valor Médio	Mediana	Coeficiente de Variação (%)
D1	Controle de materiais	5,00	31,00	13,67	12,00	59,54
D2	Controle de materiais de pintura	0,00	17,00	9,22	10,00	73,87
D3	Destinação de resíduos sólidos	2,00	22,00	13,11	12,00	47,02
D4	Disposição de resíduos de demolição	0,00	22,00	6,67	5,00	57,12
D5	Disposição de resíduos de fresado	0,00	10,00	5,78	8,00	78,50
D6	Maquinários obsoletos	0,00	20,00	9,44	10,00	61,22
D7	Material fresado	0,00	10,00	5,22	6,00	78,24
D8	Reaproveitamento de materiais (demolição)	6,00	20,00	11,89	10,00	42,64
D9	Reciclagem de resíduos	2,00	25,00	12,78	11,00	54,93
D10	Resíduos químicos	0,00	13,00	5,11	4,00	92,95
D11	Transporte de resíduos sólidos	0,00	20,00	7,11	4,00	112,69

**Fonte:** Organizado pelo autor, 2015

No Gráfico 11 são descritas as distribuições dos pesos, reforçando a ideia que os itens de maior preocupação são “D1 – Controle de materiais”, “D3 – Destinação de resíduos sólidos” e “D9 – Reciclagem de resíduos”.

**Gráfico 11:** Pesos atribuídos da Fase 2–PVF – Materiais

**Fonte:** Organizado pelo autor, 2015

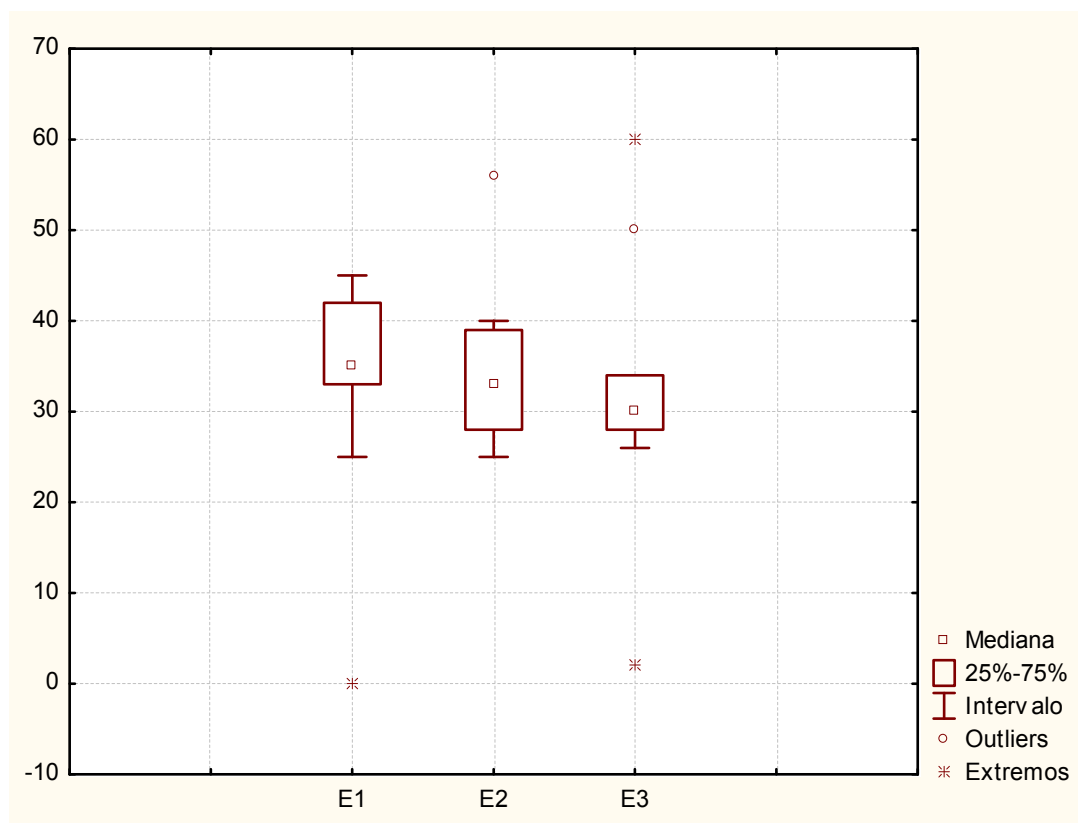
A Tabela 33 mostra que os pesos médios atribuídos e as medianas têm valores próximos para o PVF – Meio biótico. Isso significa que em média os participantes têm a opinião parecida em relação ao Solo, Fauna e vegetação, estes itens devem ser levados em consideração com a mesma importância em uma avaliação de desempenho.

**Tabela 33:** Resposta ao questionário para PVF –Meio Biótico – Fase 2

ID	PVF - MEIO BIÓTICO	Valor Mínimo	Valor Máximo	Valor Médio	Mediana	Coefficiente de Variação (%)
E1	Solo	0,00	45,00	32,56	35,00	44,96
E2	Fauna	25,00	56,00	34,78	33,00	29,23
E3	Vegetação	2,00	60,00	32,67	30,00	52,03

**Fonte:** Organizado pelo autor, 2015

No Gráfico 12 são mostradas as distribuições dos pesos verificando que apesar de terem os valores médios próximos, os itens julgados tiveram valores extremos mostrando que a opinião de alguns participantes era extremamente diferente dos demais.

**Gráfico 12:** Pesos atribuídos da Fase 2–PVF – Meio Biótico

**Fonte:** Organizado pelo autor, 2015

A Tabela 34 mostra a preocupação dos especialistas para os itens “E24 – Passagem para animais”, “E21 – Contenção de animais” e “E23 – Monitoramento de espécies de animais”. Deixando explícito que os maiores problemas encontrados são com a identificação das espécies e medidas para preservá-los.

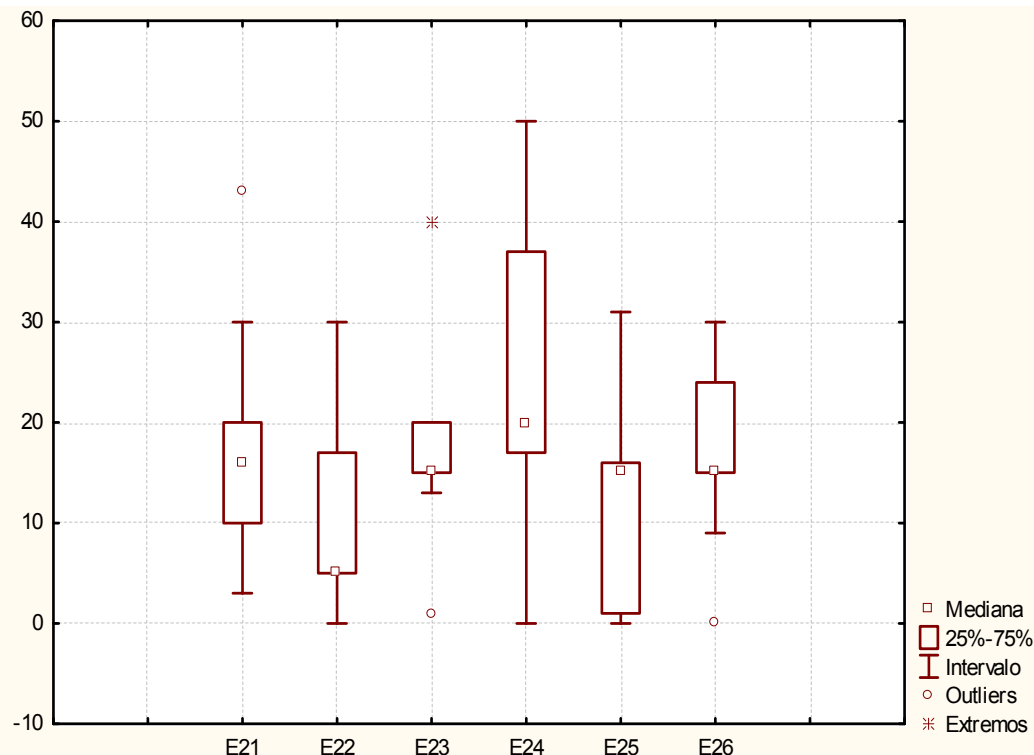
**Tabela 34:** Resposta ao questionário para PVE–Fauna – Fase 2

ID	PVE - FAUNA	Valor Mínimo	Valor Máximo	Valor Médio	Mediana	Coefficiente de Variação (%)
E21	Contenção de animais	3,00	43,00	18,11	16,00	62,61
E22	Destinação de animais mortos	0,00	30,00	10,11	5,00	98,82
E23	Monitoramento de espécies de animais	1,00	40,00	17,22	15,00	63,07
E24	Passagem para animais	0,00	50,00	24,67	20,00	66,58
E25	Preservação de espécies	0,00	31,00	12,56	15,00	72,09
E26	Sinalização de animais na pista (localização)	0,00	30,00	17,33	15,00	57,77

**Fonte:** Organizado pelo autor, 2015

No Gráfico 13 é mostrado que a distribuição dos pesos, atribuídos pelos especialistas não segue uma tendência simétrica caracterizando uma grande dispersão dos julgamentos.

**Gráfico 13:** Pesos atribuídos da Fase 2–PVE – Fauna



Fonte: Organizado pelo autor, 2015

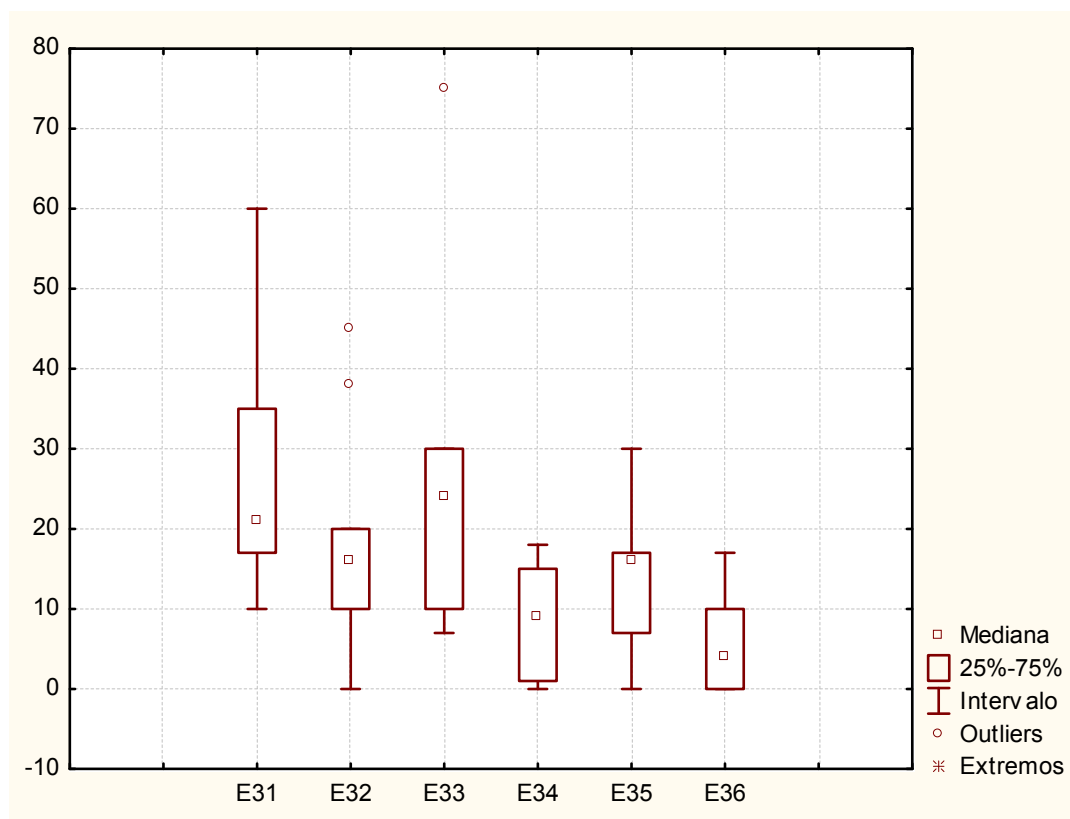
Para o “PVE – Vegetação” a maior preocupação é com as árvores exóticas na faixa de domínio e a caracterização das espécies adequadas para a rodovia. Na Tabela 35 é mostrado que as maiores notas foram para os itens “E31 – Espécies exóticas” e para o “E33 – Espécies adequadas”.

**Tabela 35:** Resposta ao questionário para PVE–Vegetação – Fase 2

ID	PVE - VEGETAÇÃO	Valor Mínimo	Valor Máximo	Valor Médio	Mediana	Coefficiente de Variação (%)
E31	Árvores exóticas	10,00	60,00	28,44	21,00	69,50
E32	Destinação de poda	0,00	45,00	18,67	16,00	82,22
E33	Espécies adequadas	7,00	75,00	25,44	24,00	86,44
E34	Integração de vegetação com obras civis	0,00	18,00	8,22	9,00	79,09
E35	Manejo adequado	0,00	30,00	14,00	16,00	67,84
E36	Vegetação como sinalização	0,00	17,00	5,22	4,00	121,94

Fonte: Organizado pelo autor, 2015

Dentre os pesos atribuídos pelos especialistas é possível notar no Gráfico 14 que existem valores discrepantes para os itens D32 e D33.

**Gráfico 14:** Pesos atribuídos da Fase 2–PVF – Vegetação

**Fonte:** Organizado pelo autor, 2015

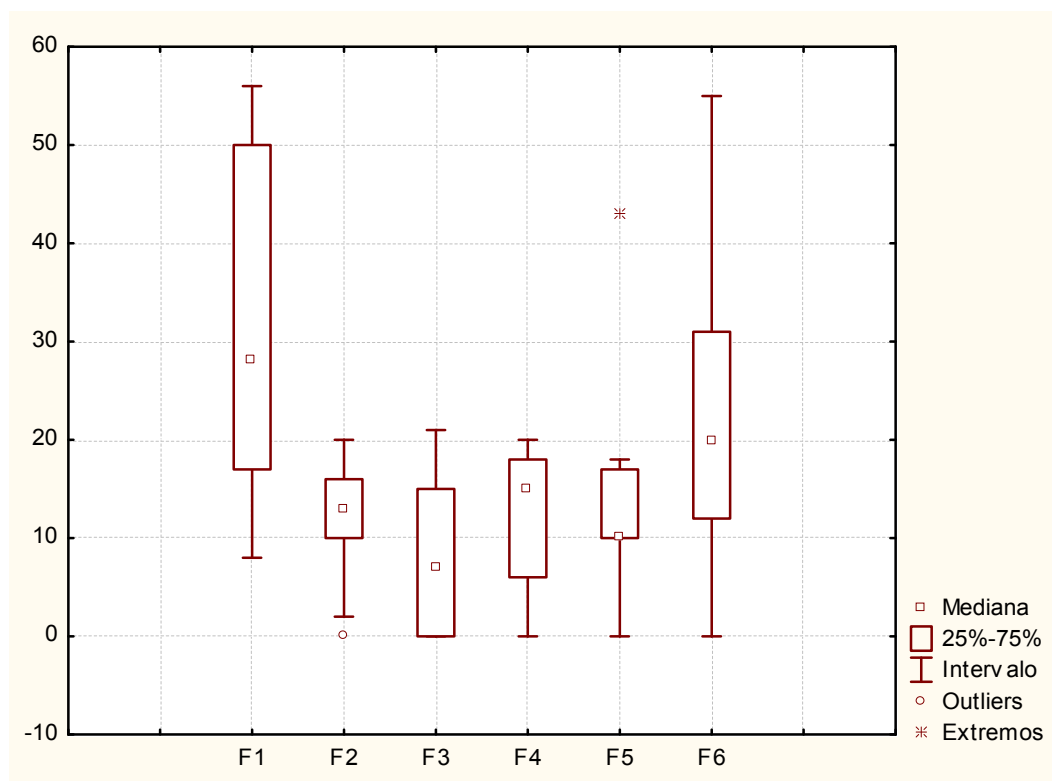
Na Tabela 36 é possível verificar que o item “F1 – Árvores no entorno” teve como maior valor médio, demonstrando a preocupação com o manejo que se deve ter para garantir a segurança das rodovias no Estado.

**Tabela 36:** Resposta ao questionário para PVF –Segurança Viária – Fase 2

ID	PVF - SEGURANÇA VIÁRIA	Valor Mínimo	Valor Máximo	Valor Médio	Mediana	Coefficiente de Variação (%)
F1	Árvores no entorno	8,00	56,00	31,44	28,00	54,58
F2	Conformidade de solos adjacentes	0,00	20,00	11,78	13,00	64,49
F3	Curvas de níveis	0,00	21,00	8,67	7,00	81,69
F4	Faixa de domínio	0,00	20,00	11,44	15,00	74,79
F5	Ocupação indevida	0,00	43,00	14,11	10,00	89,08
F6	Sinalização	0,00	55,00	22,56	20,00	79,38

**Fonte:** Organizado pelo autor, 2015

No Gráfico 15 percebe-se que as maiores distribuições de dados foram para os itens “F1 – Árvores no entorno” e “F6 – Sinalização”, pode-se concluir que estes itens tiveram maior variabilidade de pesos, sendo que as opiniões divergiram muito.

**Gráfico 15:** Pesos atribuídos da Fase 2–PVF – Segurança Viária

Fonte: Organizado pelo autor, 2015

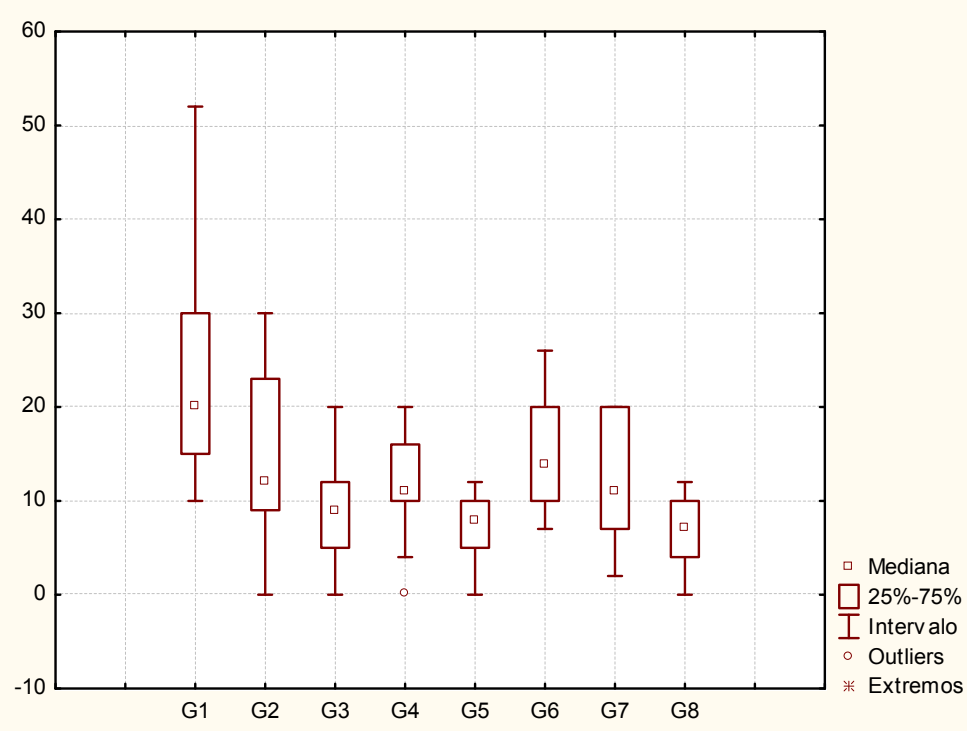
Na Tabela 37 é mostrado que o item de maior preocupação socioambiental é dos acessos irregulares (item G1) com o valor médio de 24,33. Analisando as medianas e os valores médios percebe-se que os valores não são muito discrepantes.

**Tabela 37:** Resposta ao questionário para PVF –Socioambiental – Fase 2

ID	PVF - SOCIOAMBIENTAL	Valor Mínimo	Valor Máximo	Valor Médio	Mediana	Coefficiente de Variação (%)
G1	Acessos irregulares	10,00	52,00	24,33	20,00	58,59
G2	Consciência ambiental	0,00	30,00	14,89	12,00	68,82
G3	Depredação	0,00	20,00	9,11	9,00	72,09
G4	Educação ambiental	0,00	20,00	11,67	11,00	59,11
G5	Incêndios	0,00	12,00	6,78	8,00	72,25
G6	Integração com os lindeiros	7,00	26,00	14,78	14,00	38,58
G7	Lixo urbano	2,00	20,00	11,67	11,00	64,92
G8	Vandalismo	0,00	12,00	6,78	7,00	62,97

Fonte: Organizado pelo autor, 2015

No Gráfico 16 é possível perceber a boa distribuição dos pesos que os especialistas deram, exceto pelo item mais pontuado G1.

**Gráfico 16:** Pesos atribuídos da Fase 2–PVF – Socioambiental

Fonte: Organizado pelo autor, 2015

Para testar a hipótese da mesma distribuição dos pesos, foi realizado o teste de Kruskal-Wallis. A análise de situação do teste é realizada pela comparação do p-valor e o intervalo de confiança  $\alpha = 0,05$ . Se o p-valor for maior que  $\alpha$ , então aceita-se o  $H_0$ ; se for menor a área do intervalo está fora da região de aceitação da  $H_0$ . Na Tabela 38 constam os resultados do Teste de Kruskal-Wallis para a Fase 2, com o intervalo de confiança de 95%. Os itens em sublinhado rejeitaram a  $H_0$ .

**Tabela 38:** Fase 2 - Teste de Kruskal-Wallis

GRUPOS	$\alpha$	p valor	Situação
<u>Áreas de Interesses Gerais</u>	<u>0,05</u>	<u>0,0055</u>	<u>Rejeitar <math>H_0</math></u>
PVF - Água	0,05	0,2873	Aceitar $H_0$
PVF - Gestão	0,05	0,0880	Aceitar $H_0$
<u>PVE- Equipe</u>	0,05	<u>0,0107</u>	<u>Rejeitar <math>H_0</math></u>
PVF - Jurídico	0,05	0,3761	Aceitar $H_0$
<u>PVF - Materiais</u>	0,05	<u>0,0113</u>	<u>Rejeitar <math>H_0</math></u>
PVF - Meio Biótico	0,05	0,8182	Aceitar $H_0$
PVE - Fauna	0,05	0,2750	Aceitar $H_0$
<u>PVE- Vegetação</u>	0,05	<u>0,0016</u>	<u>Rejeitar <math>H_0</math></u>
<u>PVF - Segurança Viária</u>	0,05	<u>0,0495</u>	<u>Rejeitar <math>H_0</math></u>
<u>PVF - Socioambiental</u>	0,05	<u>0,0053</u>	<u>Rejeitar <math>H_0</math></u>

Fonte: Organizado pelo autor, 2015

Para os grupos que rejeitaram  $H_0$  foi realizado o teste de Dunn, para entender quais valores foram discrepantes entre os itens ponderados no questionário.

Na Tabela 39 são mostradas as médias e medianas dos itens das Áreas de Interesse Gerais onde verificou-se que o item “A – Água” difere estatisticamente grupo “D – Materiais” e os outros itens não diferem entre si.

**Tabela 39:** Fase 2 - Teste de Dunn para Áreas de Interesses Gerais

ID	Áreas de Interesses Gerais	Valor Médio	Mediana	
A	Água	25,44	20,00	a
F	Segurança viária	19,89	17,00	ab
G	Socioambiental	13,11	15,00	ab
E	Meio biótico	11,67	10,00	ab
B	Gestão	11,11	12,00	ab
C	Jurídico	9,89	10,00	ab
D	Materiais	8,89	10,00	b

As médias seguidas da mesma letra, não diferem entre si por meio do Teste de Dunn ao nível de 5% de significância

Na Tabela 40 são mostradas as médias e medianas dos itens para o PVF – Equipe. Verifica-se que os itens “B66 – Treinamento” e “B62 – Equipe multidisciplinar” diferem estatisticamente de todos os outros valores.

**Tabela 40:** Fase 2 - Teste de Dunn para PVF - Equipe

	PVF - Equipe	Valor Médio	Mediana	
B66	Treinamento	27,56	20,00	a
B62	Equipe multidisciplinar	21,11	20,00	a
B64	Pesquisa	14,89	15,00	b
B63	Funções	13,22	15,00	b
B65	Transição	12,22	15,00	b
B61	Empreiteira	11,00	10,00	b

As médias seguidas da mesma letra, não diferem entre si por meio do Teste de Dunn ao nível de 5% de significância

Na Tabela 41 são mostradas as médias e medianas dos itens para o PVF – Materiais. Verifica-se as médias que possuem a mesma letra não diferem entre si.

**Tabela 41:** Fase 2 - Teste de Dunn para PVF - Materiais

	PVF - MATERIAIS	Valor Médio	Mediana	
D1	Controle de materiais	13,67	12,00	a
D3	Destinação de resíduos sólidos	13,11	12,00	a
D8	Reaproveitamento de materiais	11,89	10,00	ab
D9	Reciclagem de resíduos	12,78	11,00	ab
D6	Maquinários obsoletos	9,44	10,00	ab
D2	Controle de materiais de pintura	9,22	10,00	ab
D11	Transporte de resíduos sólidos	7,11	4,00	bc

<b>D4</b>	Disposição de resíduos de demolição	6,67	5,00	bc
<b>D5</b>	Disposição de resíduos de fresado	5,78	8,00	c
<b>D10</b>	Resíduos químicos	5,11	4,00	c
<b>D7</b>	Material fresado	5,22	6,00	c

As médias seguidas da mesma letra, não diferem entre si por meio do Teste de Dunn ao nível de 5% de significância

Na Tabela 42 são mostradas as médias e medianas dos itens para o PVE – Vegetação. Verifica-se que as médias que possuem a mesma letra não diferem entre si. Não há diferenças estatísticas entre os itens E31, E33, E32 e E35 e também entre E32, E35, E34 e E36, porém os itens E31, E32 tem diferenças com E34 e E36.

**Tabela 42:** Fase 2 - Teste de Dunn para PVE - Vegetação

	<b>PVE - VEGETAÇÃO</b>	<b>Valor Médio</b>	<b>Mediana</b>	
<b>E31</b>	Árvores exóticas	28,44	21,00	a
<b>E33</b>	Espécies adequadas	25,44	16,00	a
<b>E32</b>	Destinação de poda	18,67	24,00	ab
<b>E35</b>	Manejo adequado	14,00	9,00	ab
<b>E34</b>	Integração de vegetação com obras civis	8,22	16,00	b
<b>E36</b>	Vegetação como sinalização	5,22	4,00	b

As médias seguidas da mesma letra, não diferem entre si por meio do Teste de Dunn ao nível de 5% de significância

Na Tabela 43 são mostradas as médias e medianas dos itens para o PVF – Segurança Viária. Não há diferenças estatísticas entre os itens F1 e F6, entre F6, F5, F2 e F4 e ainda entre F5, F2, F4 e F3. Porém há diferenças entre os itens F1 e F3.

**Tabela 43:** Fase 2 - Teste de Dunn para PVF – Segurança Viária

	<b>PVF - SEGURANÇA VIÁRIA</b>	<b>Valor Médio</b>	<b>Mediana</b>	
<b>F1</b>	Árvores no entorno	31,44	28,00	a
<b>F6</b>	Sinalização	22,56	20,00	ab
<b>F5</b>	Ocupação indevida	14,11	10,00	bc
<b>F2</b>	Conformidade de solos adjacentes	11,78	13,00	bc
<b>F4</b>	Faixa de domínio	11,44	15,00	bc
<b>F3</b>	Curvas de níveis	8,67	7,00	c

As médias seguidas da mesma letra, não diferem entre si por meio do Teste de Dunn ao nível de 5% de significância

Na Tabela 44 são mostradas as médias e medianas dos itens para o PVF – Socioambiental. Verifica-se as diferenças estatísticas conforme as diferenças de letras entre cada item da tabela.

**Tabela 44:** Fase 2 - Teste de Dunn para PVF - Socioambiental

	<b>PVF - SOCIOAMBIENTAL</b>	<b>Valor Médio</b>	<b>Mediana</b>	
<b>G1</b>	Acessos irregulares	24,33	20,00	a
<b>G2</b>	Consciência ambiental	14,89	12,00	ab
<b>G3</b>	Depredação	9,11	9,00	ab
<b>G4</b>	Educação ambiental	11,67	11,00	ab
<b>G5</b>	Incêndios	6,78	8,00	b
<b>G6</b>	Integração com os lindeiros	14,78	14,00	ab
<b>G7</b>	Lixo urbano	11,67	11,00	ab
<b>G8</b>	Vandalismo	6,78	7,00	b

As médias seguidas da mesma letra, não diferem entre si por meio do Teste de Dunn ao nível de 5% de significância

O teste de Dunn compara os itens dois a dois, verificando as diferenças estatísticas entre os pesos, neste caso com 5% de significância. Os resultados deste teste podem caracterizar os itens que deverão ter maior e menor prioridade na avaliação de desempenho da gestão ambiental para os serviços de manutenção rodoviária

### 5.3.3. Conclusão do item

Na obtenção dos pesos para os critérios foi possível verificar o grau de importância dado pelos especialistas nas Fases 1 e 2.

Na Fase 1 os maiores problemas encontrados foram em relação a modelagem do método de coleta dos dados e seu processamento para conseguir alcançar os pesos finais dos indicadores. O questionário da Fase 1 não estava tão completo, permitindo brechas da coleta das respostas pelo sistema *online*, inutilizando algumas das respostas dos participantes.

Existiram poucas diferenças estatísticas na Fase 1, percebida pelo entrosamento entre os participantes do workshop, visto que fizeram o procedimento de criação dos indicadores em consenso.

Na Fase 2 o procedimento de coleta foi melhorado, conseguindo obter a região, tempo de experiência profissional e a formação dos especialistas. Porém a maior dificuldade foi na adesão de resposta do questionário, mesmo o autor do trabalho realizando vários contatos não foi possível obter a totalidade dos participantes.

As diferenças estatísticas encontradas têm relevância quanto às opiniões das montagens dos mapas de meios e fins, pois os participantes tiveram apenas um encontro para que pudessem expressar suas opiniões e não puderam

intervir na montagem final dos PVFs e PVEs. Portanto, as diferenças eram esperadas, e com os testes estatísticos realizados pode-se comprová-las.

#### 5.4. CRIAÇÃO DOS INDICADORES PARA A GESTÃO AMBIENTAL RODOVIÁRIA DOS SERVIÇOS DE MANUTENÇÃO

Após revisão bibliográfica de normas, procedimentos, artigos e pesquisas técnicas, foram elencados na Tabela 45, os indicadores para os critérios, compilados com as Fases 1 e 2.

Na Tabela 45 são apresentadas as áreas de concentração com os critérios para a avaliação e os respectivos indicadores

**Tabela 45:** Indicadores de desempenho da gestão ambiental para os serviços de manutenção rodoviária

ÁREA	ID	CRITÉRIO	Indicador
ÁGUA	A1	Água superficial na plataforma	Área da plataforma com escoamento deficiente (%)
	A2	Assoreamento	Verificação de pontos de assoreamento
	A3	Chuvas	Quantidades de manutenção provocadas por chuvas
	A4	Plano de contingência para desastres com chuvas	Existência do plano de contingencia para desastres com chuva
	A5	Erosão	Número de focos de erosão
	A6	Impermeabilidade do solo	Área impermeável da faixa de domínio (área/trecho)
	A7	Lindeiros x faixa de domínio	Identificação de proprietários que causam danos à faixa de domínio
	A8	Manutenção dos sistemas de drenagem	Quantidade de manutenções atendidas pela quantidade de dispositivos com defeitos (%)
	A9	Medidas preventivas	Ações para identificar possíveis intervenções nos sistemas de drenagem
	A10	Programa de monitoramento da drenagem	Existência do programa de monitoramento dos sistemas de drenagem
GESTÃO	B1	Acessos irregulares	Quantidade de acessos fechados pela quantidade de acessos irregulares abertos (%)
	B2	Compatibilização de projetos com o meio ambiente	Quantidade de projetos executivos com projetos de meio ambiente
	B3	Controle de carga	Existência e funcionalidade de balanças para o controle de cargas
	B4	Destinação de resíduos	Destinação correta dos resíduos da manutenção
	B5	Equipe técnica	Atendimento aos PVEs
	B6	Faixa de domínio	Verificação de conformidades quanto ao projeto inicial
	B7	Fiscalização de carga	Medidas para verificar cargas perigosas
	B8	Integração de projetos	Medidas para integrar projetos técnicos e ambientais
	B9	Integração de setores público/privado	Padronização de serviços entre os setores técnicos
	B10	Integração entre	Atendimento a problemas que relacionam diferentes

	órgãos	órgãos e competências
B11	Manutenção da sinalização	Razão entre os dispositivos de sinalizações mantidos pelos que têm algum defeito
B12	Monitoramento de defeitos	Programa de monitoramento de defeitos
B13	Patrulha rural	Programa da patrulha rural
B14	Pesquisas e treinamento	Treinamentos sobre gestão ambiental no órgão
B15	Plano de contingência ambiental	Existência do plano de contingencia ambiental
B16	Plano de contingência de acidentes	Existência do plano de contingência de acidentes
B17	Plano de gerenciamento	Existência do plano de gerenciamento
B18	Programas ambientais	Existência de planos ambientais atendidos
B19	Suporte financeiro	Existência de fundos monetários para projetos ambientais

<b>EQUIPE</b>	B61	Empreiteira	Porcentagem de atendimentos aos planos ambientais
	B62	Equipe multidisciplinar	Diversidade de profissionais para tarefa ambiental
	B63	Funções	Especificação das funções
	B64	Pesquisa	Tempo de pesquisa dentro do setor ambiental
	B65	Transição	Tempo para transição de cargo
	B66	Treinamento	Realização de treinamentos para a questão ambiental

<b>JURÍDICO</b>	C1	Legislações ambientais específicas	Atendimento às legislações ambientais
	C2	Burocracia na legislação	Tempo de resolução de problemas burocráticos
	C3	Burocratização no órgão	Dificuldade para executar algum serviço ou projeto
	C4	Responsabilização dos órgãos	Determinação das responsabilidades de cada órgão
	C5	Reintegração da faixa de domínio	Medidas para reintegrar a faixa de domínio
	C6	Estrutura jurídico	Existência do departamento jurídico por superintendência do órgão
	C7	Suporte financeiro	Valores monetários para programas ambientais

<b>MATERIAIS</b>	D1	Controle de materiais	Porcentagemde materiais gastos por período
	D2	Controle de materiais de pintura	Quantidade de materiais de pintura gastos por período
	D3	Destinação de resíduos sólidos	Porcentagemde resíduos sólidos destinada corretamente
	D4	Disposição de resíduos de demolição	Porcentagemde resíduos sólidos dispostos corretamente
	D5	Disposição de resíduos de fresado	Porcentagemde resíduos de fresagem dispostos corretamente
	D6	Maquinários obsoletos	Quantidade de máquinas desativadas
	D7	Material fresado	Controle do material de fresagem
	D8	Reaproveitamento de materiais (demolição)	Porcentagemde material retirado da rodovia e com reaproveitamento
	D9	Reciclagem de resíduos	Porcentagemde material reciclado
	D10	Resíduos químicos	Controle dos resíduos químicos

	D11	Transporte de resíduos sólidos	Controle do transporte de resíduos por terceiros na rodovia
<b>MEIO BIÓTICO</b>	E1	Solo	Porcentagem de área de impactos causados ao solo pela rodovia em manutenção
	E2	Fauna	Atendimento aos PVE "FAUNA"
	E3	Vegetação	Atendimento aos PVE "VEGETAÇÃO"
<b>FAUNA</b>	E21	Contenção de animais	Medidas de contenção de animais
	E22	Destinação de animais mortos	Quantidade de animais mortos destinados corretamente
	E23	Monitoramento de espécies de animais	Existência de programa de monitoramento de espécies de animais
	E24	Passagem para animais	Passagens para animais adequadas
	E25	Preservação de espécies	Existência de programa de preservação de espécies de animais
	E26	Sinalização de animais na pista (localização)	Existência de sinalização adequada para aviso de animais na pista
<b>VEGETAÇÃO</b>	E31	Árvores exóticas	Identificação e retirada de árvores exóticas
	E32	Destinação de poda	Porcentagem de m <sup>3</sup> de poda destinada corretamente
	E33	Espécies adequadas	Verificação de espécies de vegetação para os trechos da manutenção
	E34	Integração de vegetação com obras civis	Programa de incentivo à implantação de vegetação em obras civis
	E35	Manejo adequado	Programa de manejo de vegetação
	E36	Vegetação como sinalização	Integração de vegetação como sinalização
<b>SEGURANÇA VIÁRIA</b>	F1	Árvores no entorno	Retirada de árvores no entorno da rodovia (porcentagem retirada)
	F2	Conformidade de solos adjacentes	Verificação da topografia dos solos conforme projetos
	F3	Curvas de níveis	Verificação e melhoria da topografia de solos adjacentes para a rodovia
	F4	Faixa de domínio	Programa de monitoramento de fatores que tem impacto sobre a faixa de domínio
	F5	Ocupação indevida	Porcentagem de desocupações da faixa de domínio
	F6	Sinalização	Manutenção das sinalizações
<b>SOCIOAMBIENTAL</b>	G1	Acessos irregulares	Porcentagem de acessos fechados
	G2	Consciência ambiental	Programas de conscientização
	G3	Depredação	Programas de educação ambiental direcionado para a depredação
	G4	Educação ambiental	Programas de educação ambiental
	G5	Incêndios	Taxa de incêndios controlados por período
	G6	Integração com os lindeiros	Verificação de problemas atendidos em relação aos lindeiros
	G7	Lixo urbano	Programas de educação ambiental direcionados para o problema do lixo urbano nas rodovias
	G8	Vandalismo	Programas de educação ambiental direcionado para o vandalismo

Fonte: Organizado pelo autor, 2015

Após realizada a ponderação dos critérios pelos participantes da Fase 2, os indicadores passaram pelo processo de normalização com o intervalo entre [0,1]. Na Tabela 46 são apresentados os critérios com os respectivos pesos normalizados.

**Tabela 46** - Pesos para os critérios dos indicadores de desempenho para Gestão Ambiental dos serviços de Manutenção rodoviária

ID	Área de interesse	Peso	ID	Crítérios	Peso	ID	Crítérios	Peso		
A	ÁGUA	0,254	A1	ÁGUA SUPERFICIAL NA PLATAFORMA	0,136					
			A2	ASSOREAMENTO	0,103					
			A3	CHUVAS	0,098					
			A4	PLANO DE CONTINGÊNCIA PARA DESASTRES COM CHUVAS	0,074					
			A5	EROSÃO	0,119					
			A6	IMPERMEABILIDADE DO SOLO	0,067					
			A7	LINDEIROS X FAIXA DE DOMÍNIO	0,100					
			A8	MANUTENÇÃO DOS SISTEMAS DE DRENAGEM	0,144					
			A9	MEDIDAS PREVENTIVAS	0,062					
			A10	PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA DRENAGEM	0,097					
B	GESTÃO	0,111	B1	ACESSOS IRREGULARES	0,090					
			B2	COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS COM O MEIO AMBIENTE	0,075					
			B3	CONTROLE DE CARGA	0,050					
			B4	DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS	0,045					
								B51	EMPREITEIRA	0,110
								B52	EQUIPE MULTIDISCIPLINAR	0,211
								B53	FUNÇÕES	0,132
								B54	PESQUISA	0,149
								B55	TRANSIÇÃO	0,122
								B56	TREINAMENTO	0,276
			B5	EQUIPE TÉCNICA	0,039					
			B6	FAIXA DE DOMÍNIO	0,050					
			B7	FISCALIZAÇÃO DE CARGA	0,051					
			B8	INTEGRAÇÃO DE PROJETOS	0,058					
			B9	INTEGRAÇÃO DE SETORES PÚBLICO/PRIVADO	0,038					
			B10	INTEGRAÇÃO ENTRE ÓRGÃOS	0,037					

			B11	MANUTENÇÃO DA SINALIZAÇÃO	0,063
			B12	MONITORAMENTO DE DEFEITOS	0,048
			B13	PATRULHA RURAL	0,025
			B14	PESQUISAS E TREINAMENTO	0,038
			B15	PLANO DE CONTINGÊNCIA AMBIENTAL	0,057
			B16	PLANO DE CONTINGÊNCIA DE ACIDENTES	0,055
			B17	PLANO DE GERENCIAMENTO	0,046
			B18	PROGRAMAS AMBIENTAIS	0,060
			B19	SUPORTE FINANCEIRO	0,075
			C1	LEGISLAÇÕES AMBIENTAIS ESPECÍFICAS	0,106
			C2	BUROCRACIA NA LEGISLAÇÃO	0,111
			C3	BUROCRATIZAÇÃO NO ÓRGÃO	0,138
C	JURÍDICO	0,099	C4	RESPONSABILIZAÇÃO DOS ÓRGÃOS	0,120
			C5	REINTEGRAÇÃO DA FAIXA DE DOMÍNIO	0,119
			C6	ESTRUTURA JURÍDICO	0,295
			C7	SUPORTE FINANCEIRO	0,111
			D1	CONTROLE DE MATERIAIS	0,137
			D2	CONTROLE DE MATERIAIS DE PINTURA	0,092
			D3	DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS	0,131
			D4	DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS DE DEMOLIÇÃO	0,067
			D5	DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS DE FRESADO	0,058
D	MATERIAIS	0,089	D6	MAQUINÁRIOS OBSOLETOS	0,094
			D7	MATERIAL FRESADO	0,052
			D8	REAPROVEITAMENTO DE MATERIAIS (DEMOLIÇÃO)	0,119
			D9	RECICLAGEM DE RESÍDUOS	0,128
			D10	RESÍDUOS QUÍMICOS	0,051
			D11	TRANSPORTE DE RESÍDUOS SÓLIDOS	0,071

			E1	SOLO	0,325	
						E21 CONTENÇÃO DE ANIMAIS 0,181
						E22 DESTINAÇÃO DE ANIMAIS MORTOS 0,101
			E2	FAUNA	0,348	E23 MONITORAMENTO DE ESPÉCIES DE ANIMAIS 0,172
						E24 PASSAGEM PARA ANIMAIS 0,247
						E25 PRESERVAÇÃO DE ESPÉCIES 0,126
E	MEIO BIÓTICO	0,117				E26 SINALIZAÇÃO DE ANIMAIS NA PISTA (LOCALIZAÇÃO) 0,173
						E31 ÁRVORES EXÓTICAS 0,284
						E32 DESTINAÇÃO DE PODA 0,187
						E33 ESPÉCIES ADEQUADAS 0,255
			E3	VEGETAÇÃO	0,327	E34 INTEGRAÇÃO DE VEGETAÇÃO COM OBRAS CIVIS 0,082
						E35 MANEJO ADEQUADO 0,140
						E36 VEGETAÇÃO COMO SINALIZAÇÃO 0,052
			F1	ÁRVORES NO ENTORNO	0,314	
			F2	CONFORMIDADE DE SOLOS ADJACENTES	0,118	
F	SEGURANÇA VIÁRIA	0,199	F3	CURVAS DE NÍVEIS	0,087	
			F4	FAIXA DE DOMÍNIO	0,114	
			F5	OCUPAÇÃO INDEVIDA	0,141	
			F6	SINALIZAÇÃO	0,226	
			G1	ACESSOS IRREGULARES	0,243	
			G2	CONSCIÊNCIA AMBIENTAL	0,149	
			G3	DEPREDAÇÃO	0,091	
G	SOCIOAMBIENTAL	0,131	G4	EDUCAÇÃO AMBIENTAL	0,116	
			G5	INCÊNDIOS	0,068	
			G6	INTEGRAÇÃO COM OS LINDEIROS	0,148	
			G7	LIXO URBANO	0,117	
			G8	VANDALISMO	0,068	

## 5.5. ANÁLISE DOS INDICADORES

Confrontando as duas fases da pesquisa é possível dizer que a experiência empírica dos especialistas da Fase 2, fez com que os indicadores sejam voltados para os serviços de rotina e implicações nas suas funções dentro do órgão estadual.

A quantidade de elementos relacionados à manutenção rodoviária foi cerca de seis vezes maior comparando a primeira fase, com 25 pontos de vista e a segunda com 160. As interações da Fase 1 foram maiores, devido a participação de estudantes que estão ligados à área de pesquisa com o foco na questão ambiental, porém, nota-se que os participantes não tiveram condições para opinar sobre os serviços de manutenção rodoviária, mas sobre aspectos gerais da gestão ambiental rodoviária.

Em relação aos testes estatísticos não é possível retirar da análise nenhum dos valores atípicos que estão fora das distribuições por se tratar de valores de julgamento pessoal sobre cada item. As diferenças estatísticas provam que existem itens que possam ter ressalvas ao serem avaliadas dentro dos grupos.

A maior dificuldade encontrada em montar os indicadores foi em relação à verificação de procedimentos internos do órgão, que pudessem ser compatibilizados com os pontos de vista criados durante o método MCDA-C.

É possível aprimorar os indicadores, a partir da participação de todos os especialistas do órgão que participaram das fases iniciais, fazendo com que participem de todas as etapas da MCDA-C, fazendo uma avaliação quanto à utilização dos indicadores na prática.

## 6. CONCLUSÕES

O objetivo principal desta pesquisa foi atendido com o desenvolvimento de indicadores para auxiliar na avaliação do desempenho da gestão ambiental para os serviços de manutenção rodoviária, com aplicação de uma abordagem de apoio a decisão construtivista (MDCA-C).

Este trabalho permitiu identificar aspectos importantes referentes a gestão ambiental, mostrando que os procedimentos de gerenciamento estão muito presentes na análise dos técnicos, promovendo assim, uma discussão entre os participantes dos *workshops* e enfatizando a importância da questão nas atividades de rotina na manutenção rodoviária.

Na Fase 1 percebeu-se que os participantes tinham o conhecimento da questão ambiental, porém sua participação resultou em indicadores com características de usuários do sistema de rodovias, apesar de serem apresentados no workshop os principais serviços de manutenção rodoviária.

Encontraram-se diversas dificuldades em relação ao procedimento experimental para a coleta das opiniões da Fase 2. Pois os termos usados “avaliação” e “desempenho” causaram certa apreensão, via *e-mail* e telefone, com os contatados. Segundo alguns deles, a impressão era que a pesquisa serviria para auditar suas tarefas de rotina e não se sentiriam à vontade de fornecer provas contra si próprios. Percebeu-se também certo desinteresse dos técnicos em continuar o questionário, visto que apenas 31% do total dos participantes responderam até o final.

Os *workshops* da Fase 2 tiveram contribuições importantes em um amplo sentido estratégico e operacional que refletem como os profissionais que trabalham no setor rodoviário percebem a questão ambiental em seu trabalho.

Em ambas as fases, os aspectos não relacionados não prejudicam na análise global do estudo, visto que o método MCDA-C, possui um horizonte de tempo para a aplicação das questões levantadas.

A análise estatística provou que um grupo da Fase 1, “PVF - Operação Rodovia” teve diferença estatística entre seus elementos. Este fato pode ser justificado pelo consenso entre os participantes da escolha das

interações entre os elementos e da formulação prévia dos indicadores. Já na Fase 2, diversos itens tiveram diferenças consideráveis entre os pesos apontados pelos participantes. Tais como Áreas de interesse gerais, PVE – Equipe, PVF-Materiais, PVE – Vegetação, PVF – Segurança Viária e o PVF – Socioambiental. A variabilidade dos dados era esperada, pois se tratando de opiniões de especialistas de diferentes regiões, experiência e forma de trabalho, quando se torna necessário mensurar algo, pesos ou notas podem variar muito. Não foram feitos testes estatísticos para determinar o tamanho da amostra porque foi utilizado o método MCDA-C, que não preconiza quantidade máxima ou mínima de participantes.

Os indicadores foram diferentes para cada grupo de especialistas, dando versatilidade à aplicação da MCDA-C. Porém deve-se padronizar, ao menos a ponderação dos critérios, além de consultar outros profissionais que não participaram da criação do modelo para que seja possível não tendenciar os profissionais de alguma empresa específica.

A vantagem de utilizar os indicadores de desempenho está pautada na facilidade de visualizar de forma quantitativa e global o comportamento de elementos com interpretações particulares, aumentando a clareza e ajudando na orientação da Gestão Ambiental.

A padronização de métodos para avaliar a Gestão Ambiental no setor rodoviário reflete no uso de instrumentos como o estudado neste trabalho, que poderá ser empregado por gestores, pesquisadores, gerentes e técnicos responsáveis pela manutenção de rodovias.

Para melhorar o método é imprescindível que os participantes façam todas as etapas da MCDA-C. Desta forma, é possível englobar as opiniões e o julgamento de profissionais especialistas no setor de manutenção de rodovias.

Os indicadores criados neste trabalho podem ser usados pelos interessados como um processo de obtenção de indicadores de desempenho para a gestão ambiental a partir do método MCDA-C. Porém, para seu uso, ainda deve-se criar uma escala de avaliação, testá-los e validá-los tornando-se assim seguros e efetivos.

## 6.1. Sugestões para trabalhos futuros

A proposta deste trabalho é específica para os serviços de manutenção rodoviária, mas pode ser estendida às outras atividades, porém deve-se seguir sistematicamente a escolha de critérios, segundo a MCDA-C, para a criação dos indicadores.

Algumas sugestões para a continuação deste trabalho são:

- Realizar o procedimento de coleta à criação dos indicadores com a participação de todos os especialistas em todos os momentos;
- Avaliar os indicadores criados;
- Obter uma escala de mensuração para cada indicador;
- Realizar análise de sensibilidade para os pesos dos indicadores;
- Utilizar os indicadores e pesos encontrados para a criação de índices de desempenho ambiental;
- Utilizar softwares que auxiliem na modelagem de equações para cálculo dos indicadores, como o MACBETH.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA JR., A.R.; Gomes, H. L R. M. **Gestão ambiental e interesses corporativos: imagem ambiental ou novas relações com o ambiente?** Ambiente & Sociedade. São Paulo, SP. vol.15 no.1 Jan./Apr. 2012. p. 157-177.

ANDRADE, M. C. F.. **Gestão Ambiental: práticas, condicionantes e evolução.** Revista de Administração IMED, v. 2, Passo Fundo, RS. 2012. p. 138-150.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14031: Gestão Ambiental – Avaliação de Desempenho Ambiental – Diretrizes**, Rio de Janeiro, 2004.

BANA E COSTA, C. A.. **As três convicções fundamentais na prática do apoio à decisão.** Revista Pesquisa Operacional, v. 13, n.1, 1993.p.9-20.

BARBOZA, H. de S., **Avaliação de desempenho ambiental de obras e projetos de estradas.** 161 p. Dissertações (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal do Piauí, Teresina.2013

BRASIL. Congresso Nacional. **Lei nº 6.938, 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.** Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 31 ago. 1981.

BRASIL. Ministério de Meio Ambiente. Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução nº 1, 23 de janeiro de 1986. Define as situações e estabelece os requisitos e condições para desenvolvimento de Estudo de Impacto Ambiental – EIA e respectivo Relatório de Impacto Ambiental – RIMA.** Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 17 de fev. 1986.

BRASIL. Ministério de Meio Ambiente. Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução nº 237, 19 de dezembro de 1997. Dispõe sobre os procedimentos e critérios utilizados no licenciamento ambiental e no exercício da competência, bem como as atividades e empreendimentos sujeitos ao licenciamento ambiental.** Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 22 dez. 1997.

CNT – Confederação Nacional do Transporte. **Pesquisa CNT de rodovias.** Disponível em: <<http://pesquisarodovias.cnt.org.br/>> Acesso em 10/10/2013.

COSTA, M. S. **Um Índice de Mobilidade Sustentável para Cidades Brasileiras.**2008. 247p. Tese (Doutorado) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo, EESC - USP, São Paulo, SP. 2008

COSTA, R. M., SÁNCHEZ, L. E.. **Avaliação do desempenho ambiental de obras de recuperação de rodovias**. REM: Revista Escola de Minas, Ouro Preto, v.63, n. 2. p. 247-254. Abr./jun.2010.

COSTA, R. M. (2010). **O papel da supervisão ambiental e proposta de avaliação de desempenho ambiental em obras rodoviárias**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mineral) - Universidade de São Paulo.

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO ESTADO DE SÃO PAULO – DER. 2007. **Sistema de Gestão Ambiental do Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de São Paulo – SGA-DER/SP**. São Paulo – Secretaria dos Transportes – DER.

DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO ESTADO DO PARANÁ – DER. 2000. **Manual de Instruções Ambientais para Obras Rodoviárias**. DER/SP. Paraná. Curitiba. 2000.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM - DNER. **Manual rodoviário de conservação, monitoramento e controle ambientais**. 1996. Rio de Janeiro. 1996.

DEXHEIMER, L. A **Pegada Ecológica dos Incidentes Rodoviários**. 2012. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, Brasil. Doutorado em Engenharia de Produção.

DNIT (2005). **Manual Rodoviário de conservação, monitoramento e controles ambientais**. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Rio de Janeiro.

DNIT (2006). **Manual para atividades ambientais rodoviárias**. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Rio de Janeiro.

ENSSLIN, L; MONTIBELLER NETO, G.; NORONHA, S. M. D. **Apoio à Decisão: metodologias para estruturação de problemas e avaliação multicritério de alternativas**. Florianópolis. Insular, 2001

GARIBALDI, C. M.; SOARES, L.; FORTES, R. M. **Instrumentos de gestão ambiental aplicados aos empreendimentos rodoviários**. In: 35ª Reunião Anual de Pavimentação, 2004, Rio de Janeiro. Anais da 35ª Reunião Anual de Pavimentação, 2004.

GOMES, P. R; MALHEIROS, T. F. **Proposta de análise de indicadores ambientais para apoio na discussão da sustentabilidade**. Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional, Taubaté, v. 8, n. 2, p. 151-169, 2012.

JERONYMO, A. COSME J.; BERMAN, C.; GUERRA, S. M. G. **Considerações sobre a desconstrução do licenciamento ambiental brasileiro**. RAEGA – Revista do Departamento de Geografia da UFPR: o espaço geográfico em análise, Curitiba, n. 26, p.182-204, 2012

LIMA, J.P.; RAMOS, R.A.R.; FERNANDES Jr., J.L. (2009). **Uma abordagem**

**multicritério para a priorização de vias pavimentadas.** Transportes, v. XVII, n. 1, p. 27-38, junho 2009

MACHADO, C. R. L.. **Trecho Leste do Rodoanel Metropolitano de São Paulo: Aplicação e Comparação de Metodologias de Análise Ambiental.** Revista Geográfica Acadêmica, v. 6, p. 25-37, 2012

MADEIRA JUNIOR, A. G.; BELDERRAIN, M. C. N.; CORREIA, A. R.. **Integração da metodologia de apoio a decisão construtivista com a análise fatorial visando a redução do número de critérios.** In: QUINTO ENCUESTRO IBEROAMERICANO SOBRE EVALUACION Y DECISION MULTICRITERIO, 2011, Ubatuba. La Toma de Decisión Multicriterio para el Desarrollo Económico y Social en Latinoamérica. Rio de Janeiro: SOBRAPO, 2011.

MARTEL, J.-M. **L'aide multicritère à la décision: méthodes et applications,** CORS-SCRO Bulletin 33, 6-16. 1999

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES. **Política Ambiental do Ministério dos Transportes,** 2002. Brasília DF. Disponível em <<http://www.transportes.gov.br>>

MMA, Ministério do Meio Ambiente; Disponível em <<http://www.mma.gov.br/governanca-ambiental/informacao-ambiental/sistema-nacional-de-informacao-sobre-meio-ambiente-sinima/indicadores>> acesso em 18/07/2014

MOTTA, R. A. e BERTÉ, R. (2010). **Supervisão Ambiental de Obras Rodoviárias: Estudo de Caso da DF-085 (Estrada Parque Taguatinga EPTG).** In: XXIV ANPET, 2010, Salvador.

OLIVEIRA, F. F. G. de; MEDEIROS, EW.D.A. **Bases teórico-conceituais de métodos para avaliação de impactos ambientais em EIA/RIMA.** Mercator - Revista de Geografia da UFC, vol. 6, núm. 11, 2007.p. 79-92

PAIVA, K. (2004), **Subsídios para Implementação de um Sistema de Gestão Ambiental para Operação de Rodovias.** Dissertação de Mestrado, IME, Rio de Janeiro, Brasil.

PARANÁ. Secretaria de Estado dos Transportes. Departamento de Estradas de Rodagem. **Manual de instruções ambientais para obras rodoviárias.** Curitiba: SETR/DER e UFPR/FUPEF,2000. 246 p.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de Impacto Ambiental: Conceitos e Métodos** – São Paulo: Oficina de Textos, 2006. 495 p.

\_\_\_\_\_. **Desengenharia:O Passivo Ambiental na Desativação de Empreendimentos Industriais.** São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001.

SANNEMANN, G. D. R. **Uso da metodologia MCDA na avaliação sistêmica das organizações: Um estudo da viabilidade e limitações da aplicação da metodologia neste tipo de avaliação.** Florianópolis. Dissertação de Mestrado

(Mestrado em Engenharia de Produção). UFSC, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

SANTERO, N. J.; HARVEY, J.; HORVATH, A. **Environmental policy for long-life pavements**. Transportation Research Part D: Transport and Environment. 16: 129-136 p. 2011.

SEIFFERT, M. E. B. **ISO 14001: Sistemas de gestão ambiental: implantação objetiva e econômica**. 3.ed. São Paulo: Atlas, 2009

SINAY, L.; TAMAYO, A. S.; FOGLIATTI, M. C.. **Avaliação de Características Físicas e Ambientais Viárias associadas ao Transporte de Cargas. O caso do Corredor rodoviário Centro-Oeste Brasileiro**. Revista Geografares, v. 1, p. 1-20, 2012

SINAY, M. C. F.; CRUZ, I.; DEXHEIMER, L.. **Indicadores Ambientais para a Operação de Vias Terrestres**. CETRAMA (UFBA), Universidade Federal da Bahia, v. 02, n.01, p. 21-25, 2005.

ROCHA, V. J. (2006). **Gestão ambiental no setor rodoviário brasileiro: o caso da pavimentação da BR-163 no estado do Pará**. Brasília. Dissertação (Mestrado em Geografia) – UNB – Universidade de Brasília . Brasília, 2006.

ROY, B. ; MOUSSEAU, V. ; FIGUEIRA, J. **An Overview of MCDA Techniques Today**. Figueira, José; Greco, Salvatore; Ehrgott, Matthias. Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys. New York. 2005. pages 133-162

ROY, B. et D. Vanderpooten, 1996, “**The European School of MCDA: Emergence, Basic Features and Current Works**”, Journal of Multi-Criteria Decision Analysis 5, 22-38.S.M. Ehrgott, Springer Verlag, Boston, Dordrecht, London, 03-24.

ROY, B. **Decision Science or Decision-Aid Science?** European Journal of Operation Research, n. 66, p. 184-203, 1993.

TEIXEIRA, M. J. ; GALVES, M. L. ; MARTINS, P. P. P. . **Aplicação do Auxílio Multicritério à Decisão na Escolha de Opções de Estacionamento para os Usuários do Aeroporto de Viracopos**. 2012. XXVI ANPET

UEHARA, T. H. K., OTERO, G. G. P., MARTINS, E. G. A., PHILIPPI, A., Jr., & MANTOVANI, W. **Pesquisas em gestão ambiental: análise de sua evolução na Universidade de São Paulo**. Ambiente & Sociedade, 13(1), 165-185. São Paulo, 2010

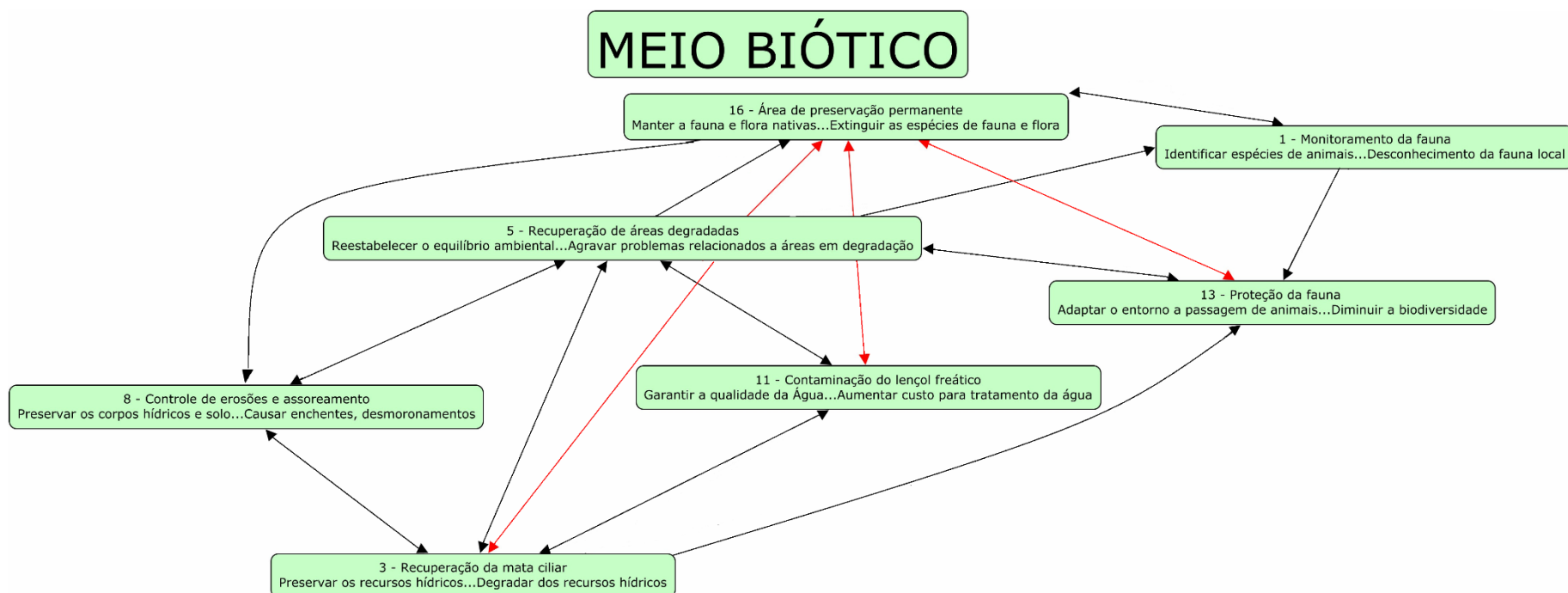
UNEP - United Nations Environment Programme. **GEO Resource Book: a training manual on integrated environmental assessment and reporting. UNEP (Training Module 4- monitoring data and indicators)**. (2007).

WOLFF, C. S. **O método AHP – revisão conceitual e proposta de simplificação**. Rio de Janeiro. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

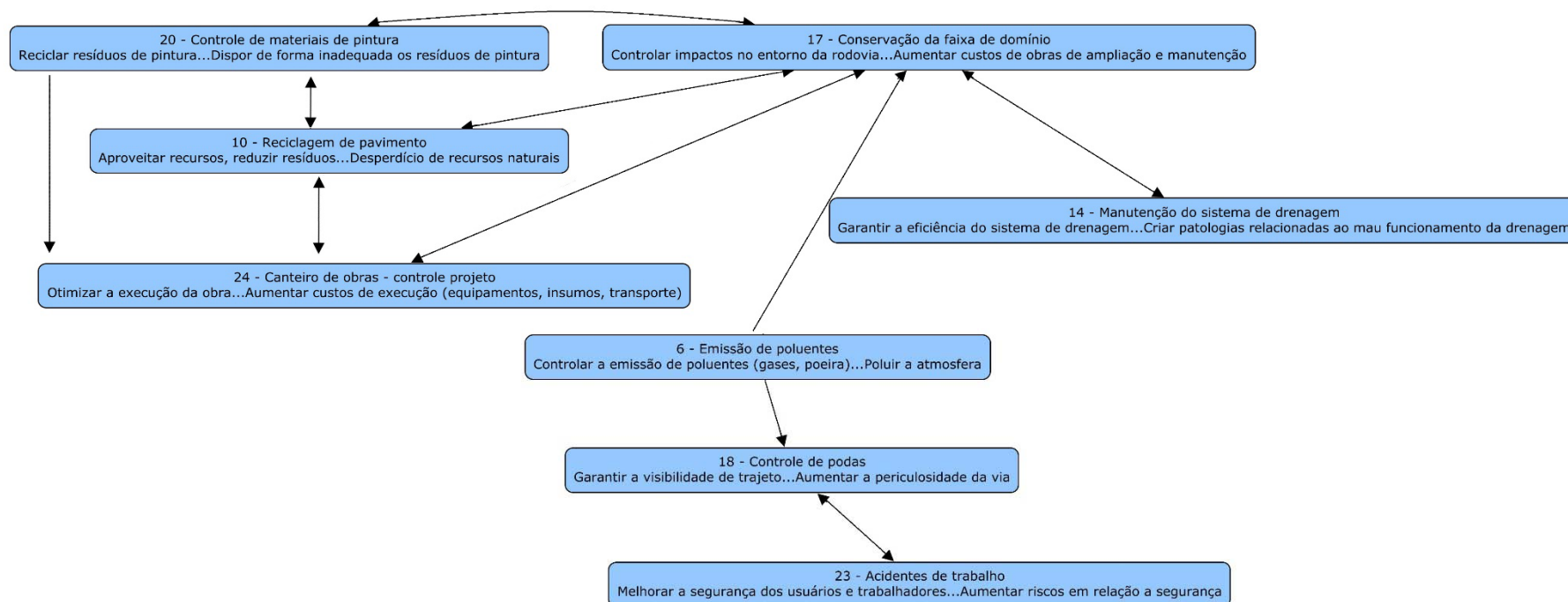
## Apêndices

## Apêndice A - Mapas de Meios e Fins alterados FASE 1





# OPERAÇÃO RODOVIÁRIA



## Apêndice B - Relação de Elementos Brainstorming - Cascavel

ID	Elementos relacionados ao problema	Conceitos Orientados à Ação	Polo Negativo
1	Conflitos entre árvores e segurança (choque, espécies adequadas)	Manter a zona livre de obstáculos, garantir a visibilidade	Tirar a visibilidade, potencializar a gravidade dos acidentes
2	Integração entre o manejo de solo (lindeiros x Rodovias)	Minimizar problemas de erosões, diminuir a área de contribuição	Aumentar problemas relacionados à conservação dos dispositivos de drenagem
3	Saídas de dispositivos de drenagem (erosões)	Manter a conservação da área lindeira	Manutenção constante dos dispositivos
4	Problemas entre área conurbada (tudo da área impermeável jogando para um único ponto)	Manter o sistema de drenagem funcionando como projetado	Problemas com segurança, assoreamento de bueiros aumentar a vazão
5	Estradas não pavimentadas (aquisição cascalhos)	Promover o revestimento primário	Indisponibilidade do material
6	Material fresado	Promover o revestimento primário, reutilizar o material, prover ativos ambientais	Indisponibilidade no tempo e no espaço
7	Agrotóxicos de lindeiros aos taludes de corte (vegetação perdida) faixa de domínio	Consolidação da vegetação dos cortes, estabilização de taludes	Aumentar custos de manutenção de taludes e aumentar o assoreamento provocando riscos aos usuários
8	Falta das curvas de níveis nos lindeiros (concentração na plataforma)	Minimizar problemas de drenagem	Aumentar a concentração na plataforma)
9	Água (drenagem)	Conservar os sistemas de drenagem como projetados	Manutenção dos dispositivos de drenagem
10	Demolição de pavimento	Reutilizar material como fundo de aterro (base) ou dissipador de energia	Geração de passivo ambiental (placas)
11	Reaproveitamento do agregado	Utilizar material como limpa- rodas	Sujar a rodovia, estragar a pintura
12	Ocupação de faixa de domínio MST/índios	Manter as condições previstas para a rodovia	Segurança deles e dos usuários (atropelamento) ocupação de área de escape da rodovia
13	Formalidades às legislações para a manutenção	Seguir normas e legislações para rodovias	Confrontar órgãos ambientais
14	Projetos com integração Meio ambiente/Rodovia	Garantir equilíbrio ambiental/ redução de custos para a conservação	Trazer prejuízos ambientais (ideal integração
15	Patrulha rural	Integrar adequações dos lindeiros x rodovias (baixo custo de conservação) vida longa	Durabilidade da rodovia (como um todo)
16	Falta de pessoal / profissionais	Agilizar os serviços executivos	Dificuldade na execução dos serviços
17	Identificação de problemas (acompanhamento específico)	Facilitar a identificação / monitoramento de defeitos	Inviabilizar aspectos de manutenção

Fonte: Organizado pelo autor, 2015

## Apêndice C - Relação de Elementos Brainstorming - Curitiba

ID	Elementos relacionados ao problema	Conceitos Orientados à Ação	Polo Negativo
18	Resíduos sólidos (descarte, controle)	Garantir destinação adequada para os resíduos	Gerar passivos ambientais
19	Geometria (projeto)	Prevenir problemas de traçado/topografia adequada/drenagem	Aumentar impactos por projetos mal executados
20	Sinalização (sinalização viva)	Reduzir custos com sinalização fabricada	Aumentar custos com sinalizações
21	Resíduos químicos (cargas perigosas, tintas)	Promover destinação final adequada	Gerar contaminações ambientais
22	Lixo urbano	Diminuir custos com destinação de lixo	Gerar lixo na rodovia
23	Destinação de resíduos	Garantir destinação adequada para os resíduos	Geração de passivo ambiental
24	Campanhas para educação ambiental de lixo/resíduos	Conscientizar população sobre as consequências na rodovia	Destinação incorreta de lixo/resíduos
25	Ocupação da Faixa de domínio	Diminuir acidentes/impactos/acidentes	Impactos causados pelos ocupantes (irregulares)
26	Espécies arbóreas exóticas (pinus/eucalipto) crescimento rápido	Promover controle de espécies fora da faixa de domínio	Problemas com visibilidade e segurança na faixa de domínio
27	Transporte de resíduos sólidos	Garantir destinação adequada para os resíduos	Resíduos na rodovia
28	Atropelamento de animais domésticos e selvagens	Diminuir a quantidade de animais mortos na rodovia	Causar morte de animais
29	Destinação de animais mortos (cadáveres)	Destinar corretamente os cadáveres	Aumentar probabilidade de acidentes
30	Destinação de animais apreendidos	Destinar corretamente os animais apreendidos	Dificultar a ação de apreensão de animais
31	Mapeamento de zoonoses	Controlar tipos de animais no entorno da rodovia	Provocar a morte/manter os animais na rodovia
32	Espécies vegetais inadequadas para os trechos das rodovias	Padronização para cada local	Causar acidentes/ problemas com visibilidade/
33	Erosão	Mitigar processos erosivos	Agravar processos erosivos
34	Legislações específicas para a manutenção	Agilizar os procedimentos	Inviabilizar procedimentos rotineiros
35	Ferro velho (sucata) ao lado da faixa de domínio	Destinar adequadamente sucata de acidentes	Oxidação/sucatas/dengue
36	Escorregamento na pista de material taludes	Garantir segurança dos usuários	Causar acidentes/ problemas com passagem de automóveis
37	Subsidio de aspectos ambientais	Conhecimento prévio para projetos	Erros nas fases posteriores

38	Equipes multidisciplinares	Melhorar perspectivas sobre o meio ambiente	Dificuldade na identificação de impactos ao meio ambiente
39	Tempo para projeto/execução	Prover qualidade em todas as fases	Aumentar tempo de execução dos serviços
40	Conflitos entre áreas das empresas/órgãos	Definir responsabilidades claras	Não executar serviços importantes
41	Investimentos para mitigar impactos ambientais	Promover qualidade e mitigar impactos	Impactar mais devido a custos reduzidos
42	Passivos ambientais Jazidas	Proteção do corpo estradal e reabilitação das áreas degradadas	Degradar áreas por meio de serviços de terraplanagem ou locais usados como fonte de material
43	Bota fora	Promover locais adequados para os materiais	Criar passivos ambientais
44	Manejo integrado dos solos	Conservação das estradas adjacentes às plantações	Contaminar águas e solo
45	Vandalismo (sinalização)	Evitar manutenção de materiais da sinalização	Trocar placas, jogar fora, bota fora
46	Resíduos vegetais lançados de forma clandestina	Garantir destinação adequada para os resíduos	Promover passivos ambientais que não tem destinação
47	Resíduos de veículos acidentados	Reciclar/destinar corretamente os veículos acidentados	Acumular materiais que degradem o meio Ambiente
48	Manutenção do sistema de drenagem (poluição)	Garantir bom funcionamento dos sistemas de drenagem	Descontrole e emergências nos sistemas
49	Incêndios criminosos e acidentais	Preservação da fauna e flora	Degradação da fauna e flora
50	Manejo da vegetação	Controlar e conhecer a vegetação promovendo integração com a rodovia	Impactos causados pela vegetação (visibilidade, incêndios, bota fora)
51	Drenagem superficial	Diminuir a manutenção das estradas	Aumentar impactos acidentes, manutenção do pavimento e da plataforma
52	Publicidade irregular/poluição visual	Mitigar impactos	Afeta a visibilidade sinalização e comprometer a drenagem superficial
53	Excesso de carga	Minimizar manutenção rodoviária	Causar impactos relevantes à rodovia

Fonte: Organizado pelo autor, 2015

## Apêndice D - Relação de Elementos Brainstorming - Londrina

ID	Elementos relacionados ao problema	Conceitos Orientados à Ação	Polo Negativo
54	Obras em concreto (integração vegetação)	Utilizar a vegetação a favor dos sistemas rodoviários	Falta de integração de elementos de engenharia e vegetação
55	Vegetação do tipo colômbio (poda e destinação)	Garantir visibilidade da sinalização / curvas	Problemas com a destinação de poda
56	Incêndios criminosos	Preservação da fauna e flora	Degradação da fauna e flora
57	Vandalismo em sinalização	Evitar manutenção da sinalização	Onerar manutenções de sinalizações
58	Legislações ambientais específicas	Assegurar direitos ambientais	Desconhecer legislações pertinentes
59	Árvores em faixa de domínio (erradicação)	Proteger o uso faixa de domínio	Onerar obras com serviços desnecessários
60	Poda de vegetação/árvores	Diminuir a danos de acidentes	Agravar acidentes
61	Legislações para permissão e orientação	Resolver problemas mais rapidamente	Não saber qual medida legal tomar
62	Logística de integração entre órgãos ambientais, rodoviários e serviços	Integrar setores	Separar setores / restringir gerenciamento
63	Drenagem - destinação (projeto/execução/compatibilização com áreas)	Prover métodos de drenagens eficazes	Desconhecimento/inviabilidade para usos/implantação
64	Resíduos sólidos (descarte na rodovia/urbanos)	Promover programas de educação ambiental	Falta de educação ambiental
65	Roubos de patrimônios (placas/terra/fresado)	Reutilização de materiais fresados	Perder materiais que poderiam ser reutilizados
66	Contatos com lindeiros	Agilizar processos de participação dos lindeiros	Dificultar processos morosidade
67	Falta de estrutura para departamento jurídico	Resolução de problemas jurídicos	Não permitir que processos sejam atendidos
68	Poder policial/fiscalização	Melhorar fiscalização e aplicação de medidas legais	Dificultar aplicação de legislações / notificações
69	Árvores exóticas	Controlar espécies de árvores ao entorno da via	Crescimento/proliferação de árvores exóticas
70	Área de preservação permanente / fauna passagem (adaptações)	Garantir vida/reprodução das espécies	Atropelar animais terrestres
71	Passivos Ambientais (usinas/pátio/máquinas)	Desobstruir pátios para utilizar para outros fins	Inutilizar pátios com máquinas, gerar passivo (usinas)
72	Acessos irregulares	Garantir a segurança	Segurança, drenagem atrapalhar
73	Educação ambiental	Conscientização ambiental	Aumentar custos com manutenções / problemas com lixo

74	Ações conjuntas entre órgãos (postos de combustíveis)	Bom funcionamento dos postos de combustíveis	Ter problemas com postos de combustíveis
75	Clareza nas responsabilidades de órgãos/usuário	Identificar de forma clara os responsáveis	Aumentar tempo de resolução de problemas
76	Utilização da faixa de domínio para outros fins (plantações, construções)	Garantir uso correto da faixa de domínio	Causar problemas na faixa de domínio
77	Depredação da sinalização vertical com máquinas agrícolas	Redução da interferência dos meios agrícolas na sinalização	Aumento das manutenções de sinalizações
78	Marginais para máquinas agrícolas	Garantir funcionamento adequado do tráfego	Aumentar tráfego em épocas de safra
79	Sazonalidade (safra/sinalização fixa)	Alertar usuários de aumento de tráfego de caminhões	Aumentar risco de acidentes com caminhões agrícolas e veículos
80	Treinamento de equipe	Capacitar equipe de trabalho para melhorar procedimentos	Aumentar tempo de resolução de problemas
81	Controle da faixa de domínio (manutenção/utilização)	Controlar impactos no entorno da rodovia	Causar problemas emergenciais
82	Vegetação de proteção para faixa de domínio	Proteger a faixa de domínio de invasões	Utilizar dispositivos materiais para proteção (cercas)
83	Disposição de resíduos	Dispor corretamente os resíduos	Poluir os locais onde os resíduos são dispostos
84	Integração município / órgãos (resíduos)	Destinar adequadamente resíduos	Criação de pontos inapropriados para despejo de resíduos
85	Jurisdição de áreas urbanas	Verbas para a rodovia / município	Não fazer manutenções nas áreas prejudicadas
86	Jazidas para pavimentação primária / manutenção	Utilizar materiais para manutenções quando necessário	Não ter materiais para utilizar nas manutenções
87	Corpo técnico transição antigos/novos renovação	Equalização/padronização de treinamentos	Dificuldade na atualização de cargos
88	Distribuição de responsabilidades de acordo com o cargo	Melhorar procedimentos internos de gestão	Dificultar procedimentos na gestão
89	Órgão executor / pesquisa atribuir integrar	Melhorar execuções	Aumentar custos na execução
90	Integração órgão federal / estadual	Compatibilizar Normas / legislações	Ineficiência dos serviços
91	Integração concessionárias / órgãos públicos	Garantir bom funcionamento da manutenção das rodovias	Incompatibilizar responsabilidades na rodovia
92	Distribuição de custos para manutenção	Garantir a vida útil prevista da rodovia	Aumentar a severidade dos danos na rodovia
93	Inovação no setor (empírico/pesquisas)	Promover melhorias na rodovia	Utilizar métodos ineficientes para manutenção
94	Excesso de carga fiscalização	Garantir fiscalização eficiente sobre o transporte de cargas	Aumentar impactos relacionados às cargas
95	Frota de veículos atualização (poluição)	Eficiência nos serviços executados pelos veículos	Poluição pelo sucateamento dos veículos

96	Terceira faixa (duplicação) técnico econômico /político	Aumentar segurança/conforto do usuário	Diminuir velocidade dos veículos em trechos de tráfego intenso
97	Demarcação de faixa de domínio	Assegurar direitos sobre a área	Permitir invasões e utilizações de forma incorreta da Faixa de domínio
98	<b>Créditos de carbono</b>	<b>Compensar prejuízos ambientais</b>	<b>Gerar prejuízos ambientais</b>
99	Reutilização de materiais (reciclagem)	Reaproveitar materiais	Desperdiçar materiais com potencial de uso
100	Planejamento a longo prazo política	Garantir crescimento sustentável das rodovias	Aumentar problemas nas rodovias
101	Existência de problemas emergenciais/urgências	Ter plano para emergências	Medidas paliativas para resolver os problemas
102	Multidisciplinariedade na gestão	Garantir eficiência na gestão	Dificultar a tomada de decisão gerencial

Fonte: Organizado pelo autor, 2015

## Apêndice E - Relação de Elementos Brainstorming - Maringá

ID	Elementos relacionados ao problema	Conceitos Orientados à Ação	Polo Negativo
103	Influência da pluviosidade no corpo estradal	Prevenir necessidade de manutenção	Defeitos na pista causados pelas chuvas/águas
104	Erosão	Controlar erosões com os sistemas de drenagem	Provocar erosões pela falha dos sistemas
105	Assoreamento	Conservar corpos hídricos	Poluir os corpos hídricos
106	Alagamentos na pista de rolamento	Dar segurança aos usuários	Não ter dispositivos para contenção das águas
107	Legislações ambientais específicas (Conserva)	Melhorar a Gestão Ambiental	Dificuldade de gerenciar ambientalmente processos
108	Fiscalização e Supervisão Ambiental	Controlar melhor as obras	Agravar a poluição e impactos ambientais
109	Determinação de Responsabilidades Ambientais	Hierarquizar o processo	Instabilizar o processo decisório
110	Plano de Gerenciamento	Dar suporte à gestão ambiental	Desqualificar a gestão ambiental
111	Legislações para o setor rodoviário	Impor seriedade/severidade a importância ambiental	Diminuir respaldo às ações
112	Tramitação de processos burocráticos	Facilitar os procedimentos	Aumentar tempo de autorização dos serviços
113	Desburocratização de atividades ambientais	Agilizar a execução de serviços	Impedir execuções de obras e serviços
114	Empreiteiras vs Subempreita (Terceirização de serviços)	Responsabilizar os envolvidos de maneira correta	Distribuir de forma errada as responsabilidades
115	Canteiro de obras (dinâmico)	Otimizar a execução	Dificultar a execução do planejado
116	Estudo dos Solos (estabilidade) dependendo da região	Reduzir problemas na manutenção	Aumentar as patologias no solo/pavimento
117	Recursos específicos para a questões ambientais	Facilitar o desenvolvimento de ações ambientais	Precariedade dos planos gerenciais
118	Desconhecimento da questão ambiental	Favorecer a sustentabilidade	Aumentar impactos ambientais
119	Profissionais efetivos no órgão (assessoria) setorização/superintendências	Dar eficiência ao planejamento	Dificultar tramites e processos ambientais
120	Equipe técnica de diversas áreas para o setor	Atingir metas e objetivos com maior qualidade	Não enxergar todos os lados do problema
121	Planejamento financeiro empresarial voltado ao longo prazo	Certificar ambientalmente a empresa	Imediatismo (não se preocupar com questões ambientais) economia valores
122	Programas de Educação Ambiental	Valorizar as questões ambientais	Causar mais impactos ambientais
123	Inutilização de maquinário	Dar condições para execução dos serviços	Impedir execução de serviços
124	Descarte e depósito de podas e corte (árvores)	Utilizar as madeiras/materiais de forma	Acumular materiais, proliferar de vetores

correta/ melhor aproveitamento			
125	Descarte de resíduos perigosos	Reduzir os impactos ambientais	Poluir ambientes (solo, água, ar)
126	Itens no contrato de empreiteira/Terceiros específicos	Condições de realizar os manejos	Inviabilidade de serviços
127	Rodovias / IAP (Responsabilidade técnica/Tempo)	Parceria para agilizar o processo de liberação	Aumento do tempo de liberação de serviços
128	Plano de Controle Ambiental	Sustentabilidade do setor	Dificultar acesso a informação ou aos procedimentos
129	Planejamento Ambiental (antecipação)	Prever geração de impactos	Descontrolar desconhecer
130	Sinalização para obras (segurança do usuário)	Dar a segurança do usuário	Aumentar a insegurança ou causar acidentes
131	Execução das obras (questões ambientais x execução)	Dar qualidade socioambiental	Dificultar a desenvolver ações socioambientais
132	Resíduos perigosos (cbruq/tintas/asfalto de brita/emulsões)	Prevenir a utilização/ reciclar reutilizar	Gerar passivos ambientais
133	Passivos ambientais (manutenção)	Identificar os passivos para trabalhar melhor com eles	Desconhecer os tipos de passivos
134	Reciclagem de Pavimento	Diminuir a geração de resíduos	Extrair matéria prima (virgem) desnecessário
135	Controle de materiais de execução	Controlar a execução das obras com qualidade	Desperdiçar materiais (financeiro)
136	Faixa de Domínio x áreas lindeiras	Bom funcionamento da drenagem	Escoar águas da estrada para as propriedades rurais (recíproco)

Fonte: Organizado pelo autor, 2015

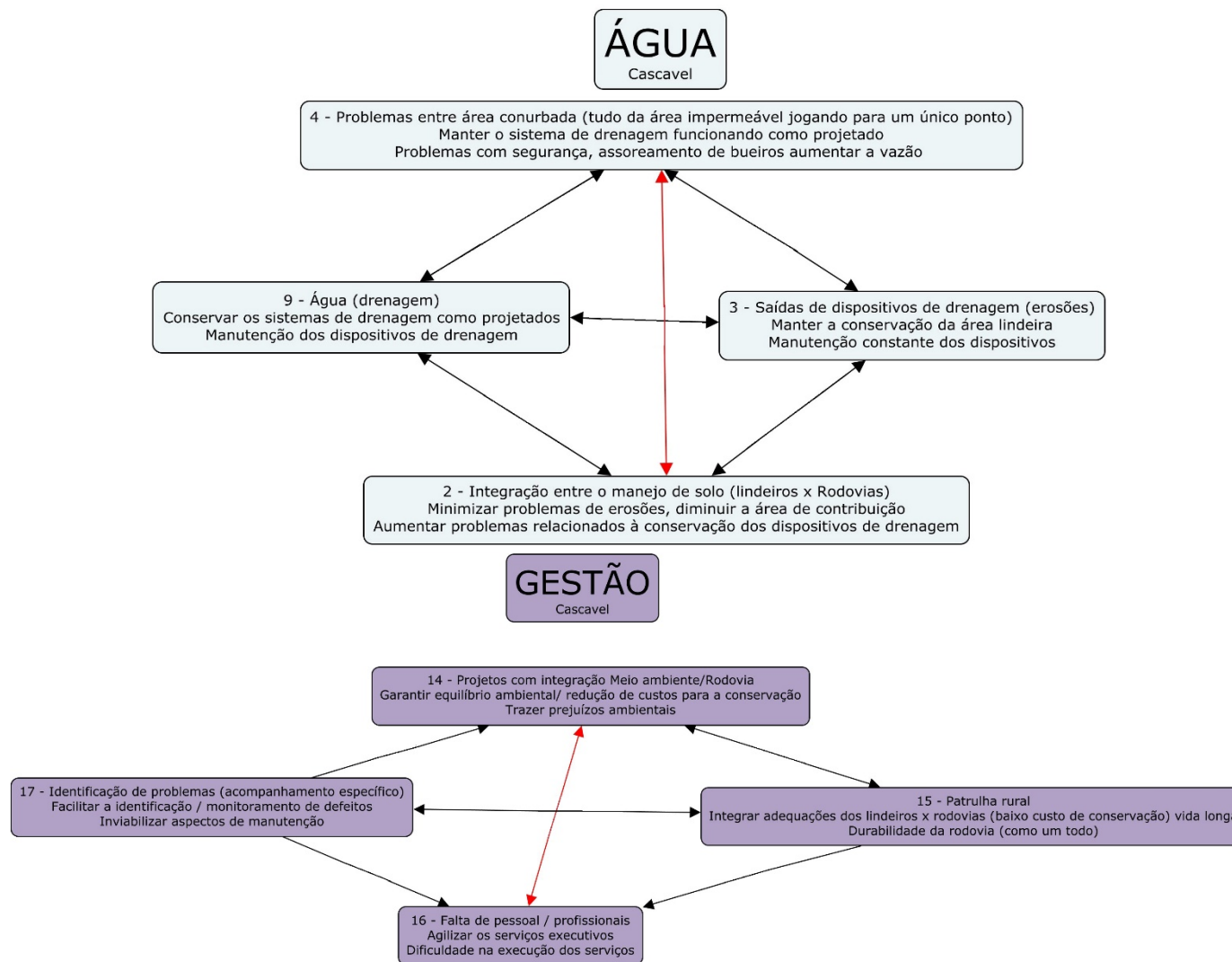
## Apêndice F - Relação de Elementos Brainstorming – Ponta Grossa

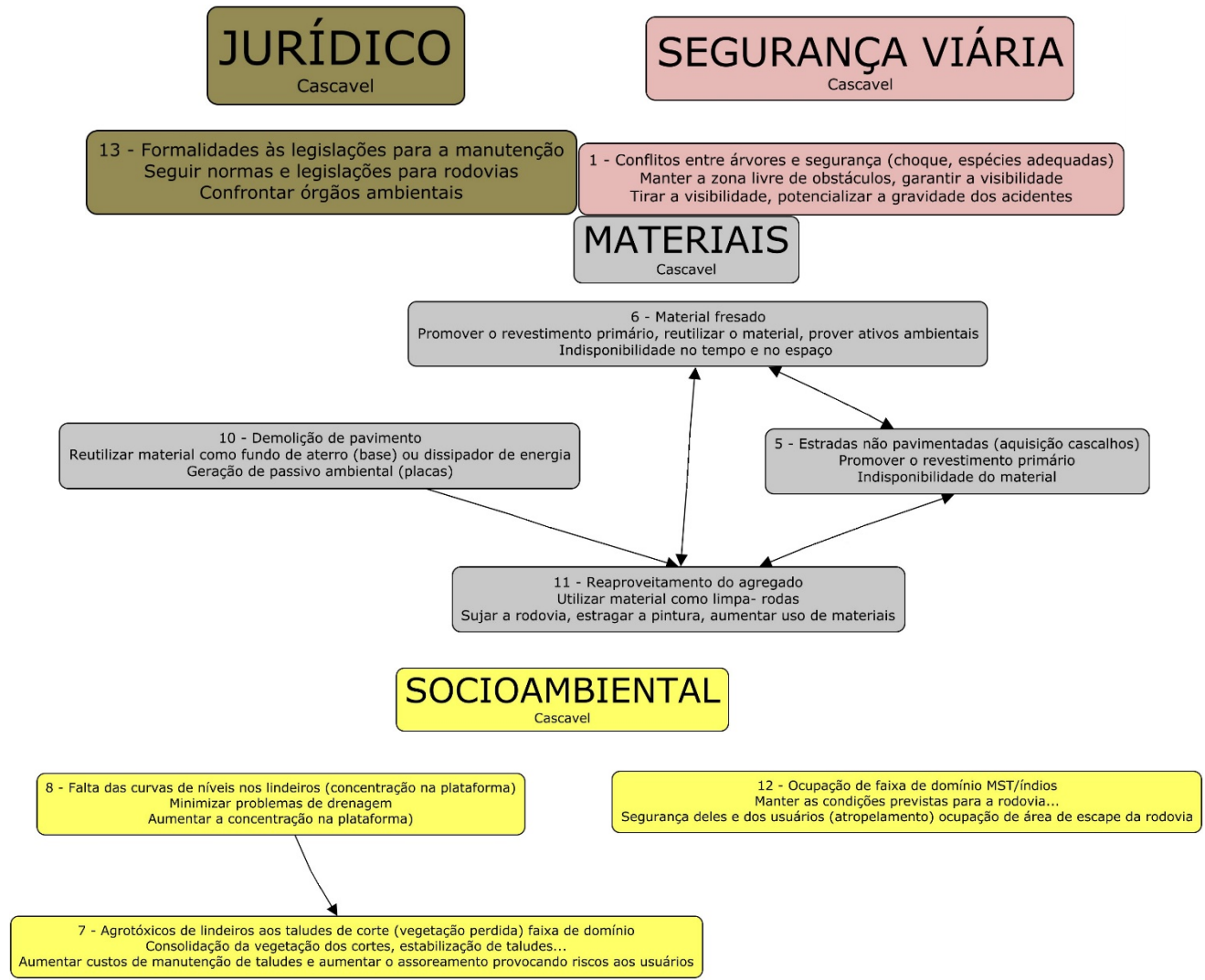
ID	Elementos relacionados ao problema	Conceitos Orientados à Ação	Polo Negativo
137	Semeadura em taludes e aterro (enleivamento)	Reduzir custos de conservação da vegetação	Promover erosões/desestabilizações
138	Retirar espécies exóticas (eucalipto e pinus)	Diminuir risco de acidentes	Acidentes, invisibilidade
139	Faixa de domínio (plantações irregulares) responsabilidade de retirada	Evitar erosões e problemas ambientais	Aumentar problemas relacionados ao solo e vegetação
140	Construção de cercas na faixa de domínio	Diminuir manutenções na faixa de domínio/ preservar	Permitir invasões e utilizações de forma incorreta da Faixa de domínio
141	Caixa de contenção nas saídas dos bueiros	Conter acidentes de contaminação ambientais (cargas perigosas/óleo)	Contaminar águas
142	Integração entre projetos (água/solo/rodovia)	Prevenir manutenções na rodovia	Aumentar manutenções na rodovia
143	Invasão irregular na faixa de domínio (moradores)	Prevenir acidentes, garantir qualidade da rodovia	Aumentar riscos de acidentes/problemas
144	Legislações para responsabilidades dos órgãos sobre a faixa de domínio	Diminuir problemas dentro da faixa de domínio	Promover irregularidades
145	Integração entre órgãos para irregularidades	Aumentar fiscalização/melhoramento	Desconhecer problemas na rodovia
146	Reintegração de posse faixa de domínio	Diminuir problemas dentro da faixa de domínio	Dificultar ações dentro da faixa
147	Acessos irregulares	Garantir vida de projeto da rodovia	Comprometer pavimento
148	Destinação dos resíduos sólidos	Garantir destinação adequada para os resíduos	Geração de passivo ambiental
149	Atropelamento de animais silvestres	Garantir vida dos animais silvestres	Extinção de espécies
150	Contenção/condução de animais silvestres	Garantir existência das espécies	Extinção de espécies
151	Proliferação de espécies de animais	Garantir equilíbrio nos ecossistemas no entorno da rodovia	Aumentar mortes de animais
152	Monitoramento de fauna	Identificar espécies de animais	Desconhecimento da fauna local
153	Sinalização para animais (cuidado)	Alertar usuários para tomarem cuidado com animais	Provocar acidentes com animais
154	Manutenções na drenagem	Garantir bom funcionamento dos sistemas de drenagem	Promover acidentes/manutenções na drenagem
155	Burocratização de processos (morosidade)	Facilitar procedimentos	Dificultar execução de procedimentos
156	Problemas emergenciais (chuvas)	Planejar medidas de contingencia para chuvas	Aumento de problemas na drenagem
157	Medidas paliativas para emergências	Melhorias momentâneas para a rodovia	Aumentar gravidade de problemas futuros

158	Monitoramento de sistemas de drenagem	Adequar sistema às condições atuais	Desconhecer consequências de uso nos sistemas da drenagem
159	Pesquisa e treinamento (equipes/software/sistemas)	Agilizar procedimentos	Aumentar tempo para procedimentos
160	Preservação das nascentes	Garantir qualidade das águas	Alterar cursos d'água

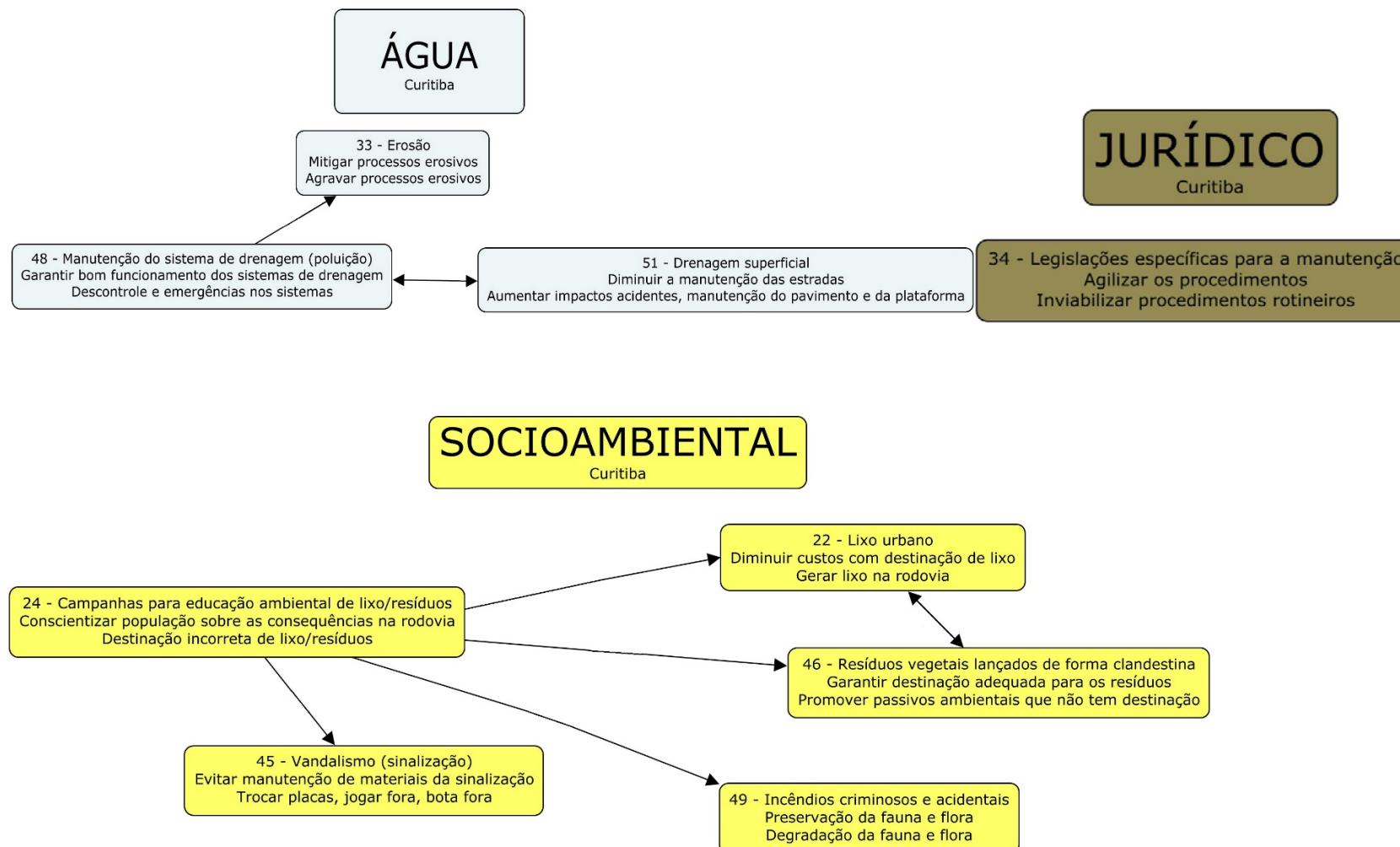
Fonte: Organizado pelo autor, 2015

## Apêndice G - Mapas de meios e fins Fase 2 - Cascavel





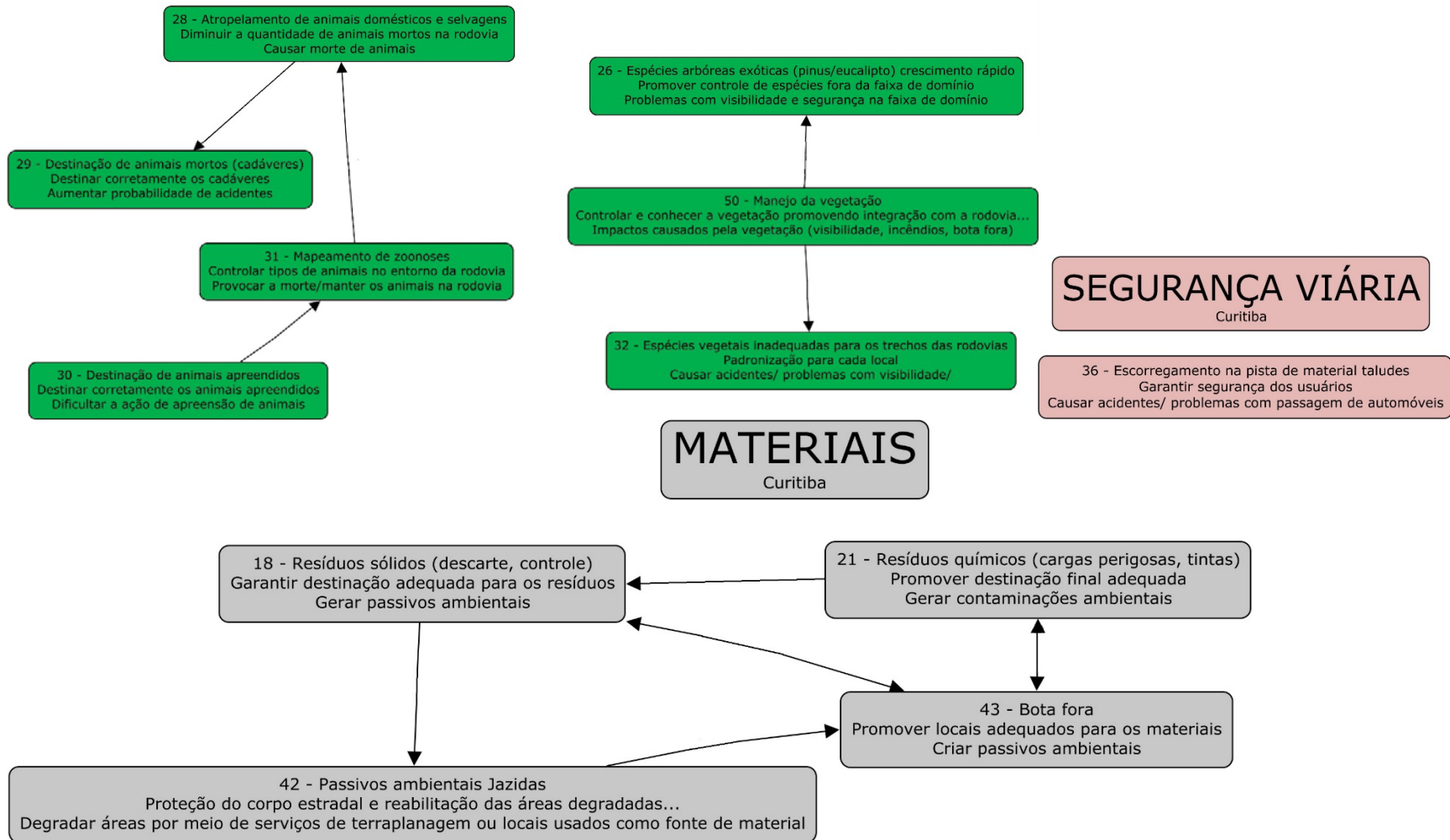
## Apêndice H - Mapas de meios e fins Fase 2 – Curitiba

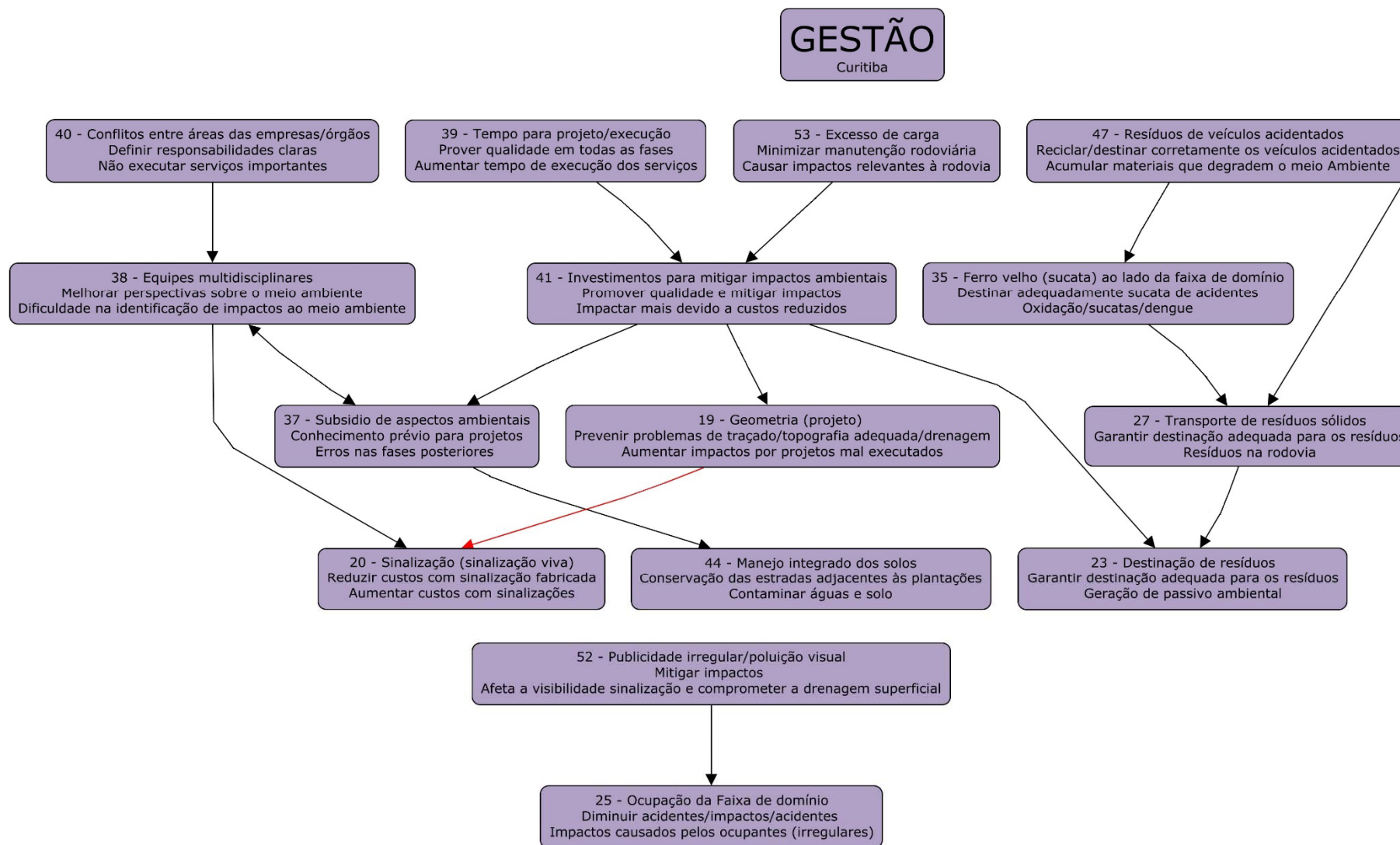


**MEIO BIÓTICO**  
Curitiba

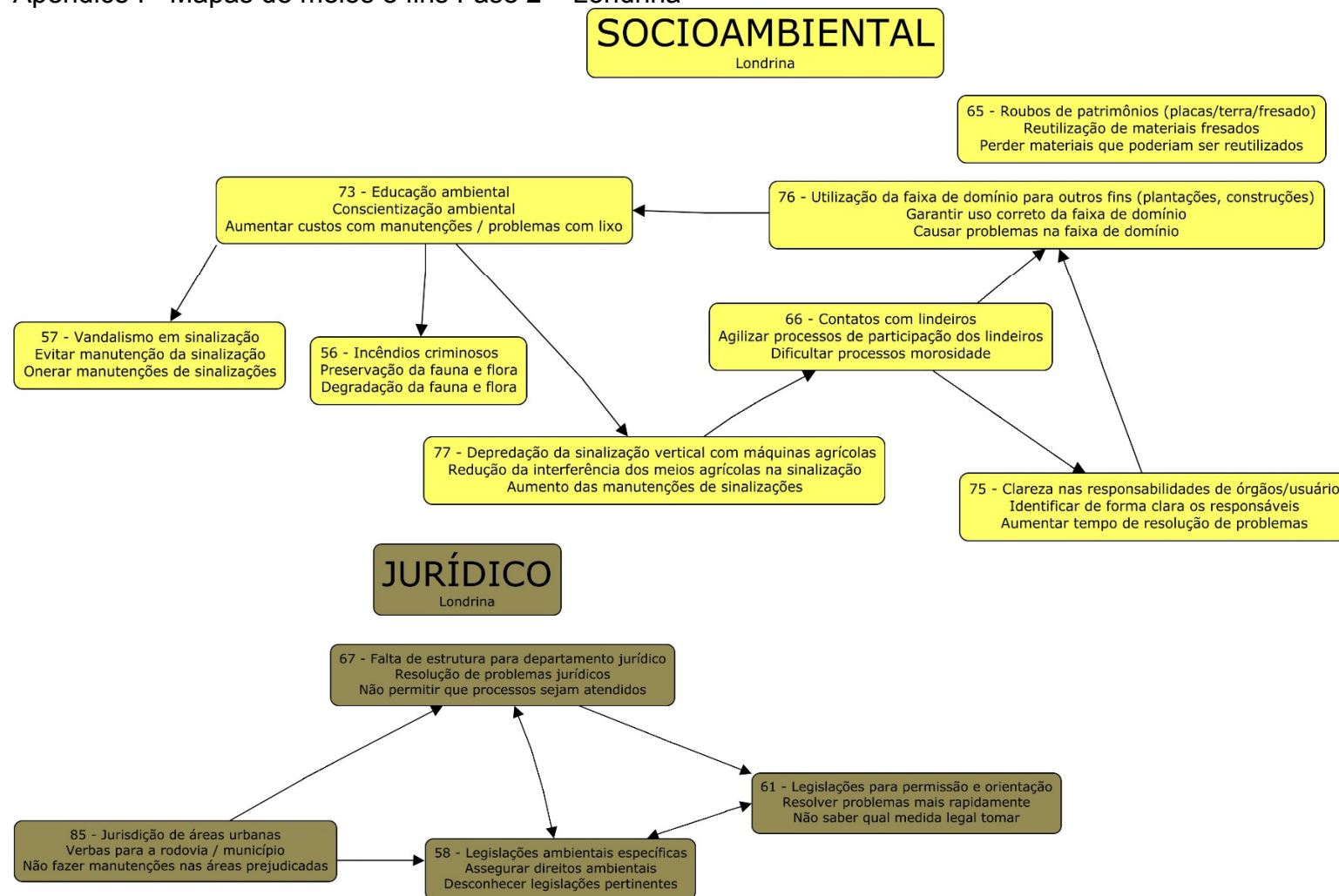
**SEGURANÇA VIÁRIA**  
Curitiba

**MATERIAIS**  
Curitiba



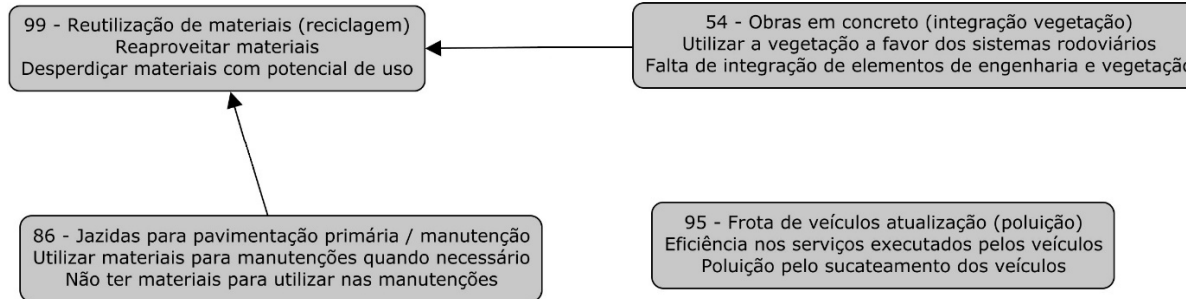


## Apêndice I - Mapas de meios e fins Fase 2 – Londrina



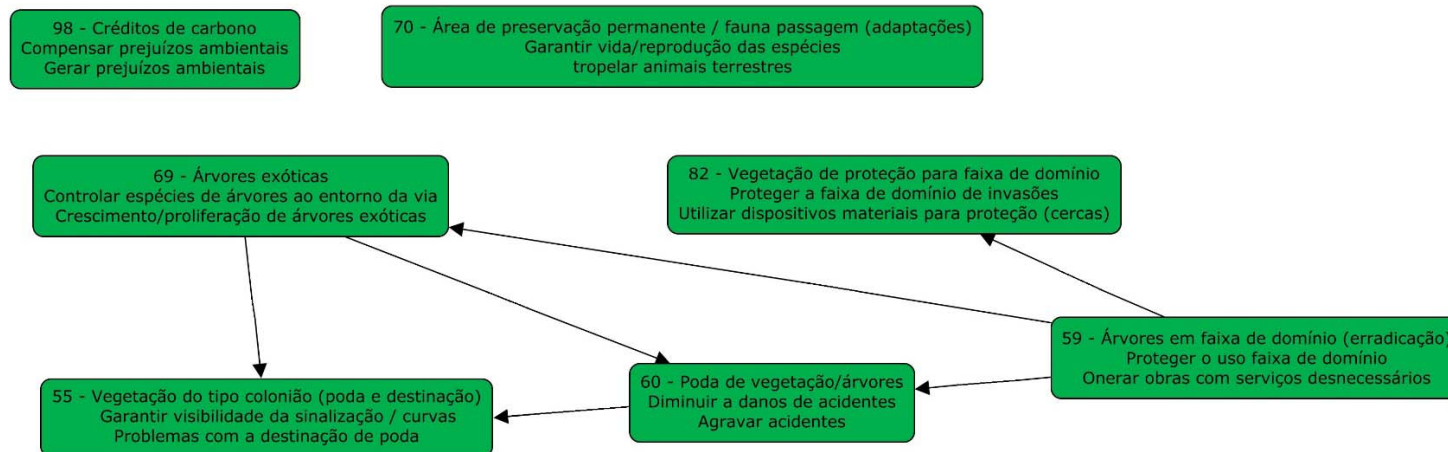
## MATERIAIS

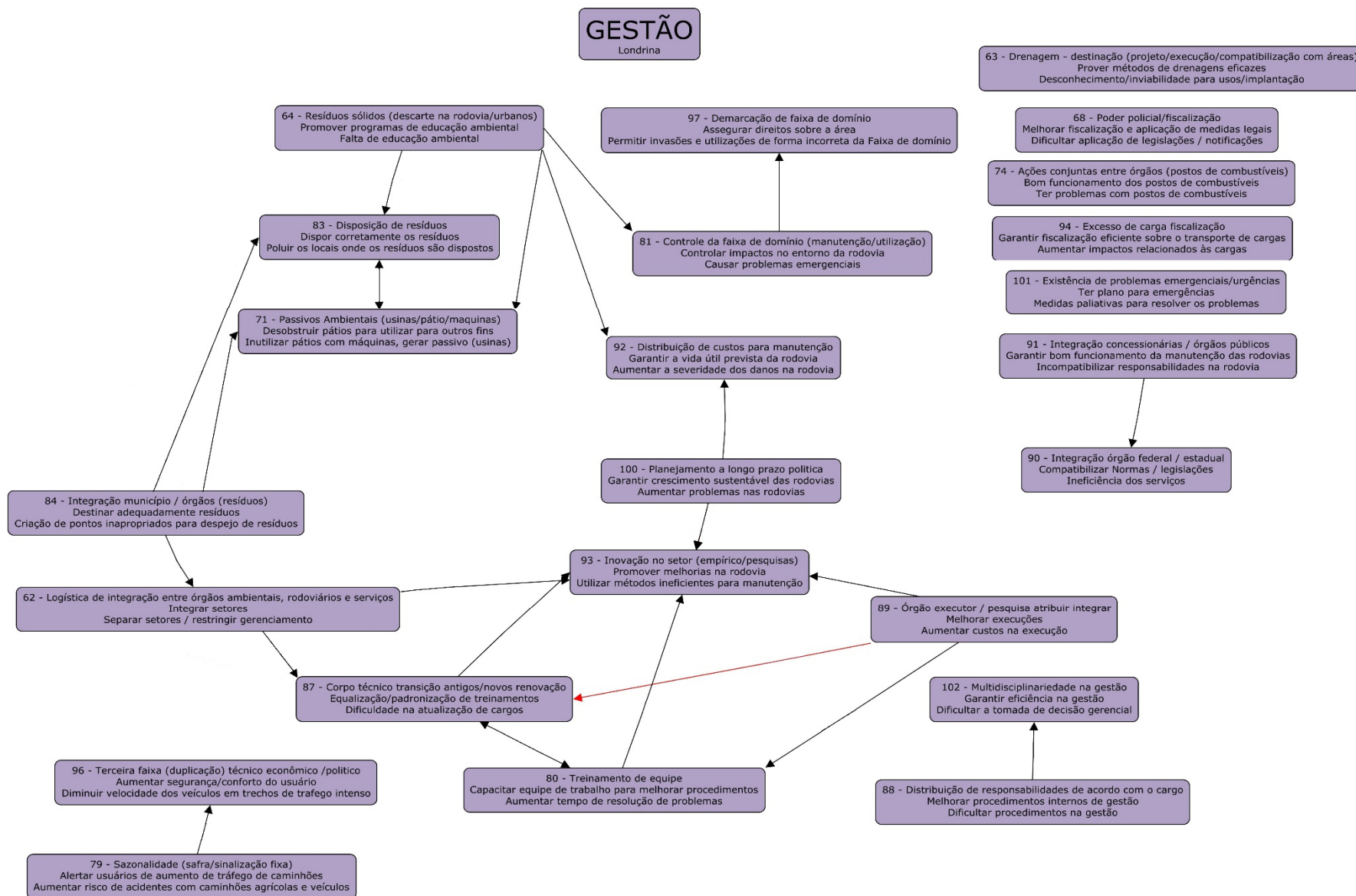
Londrina



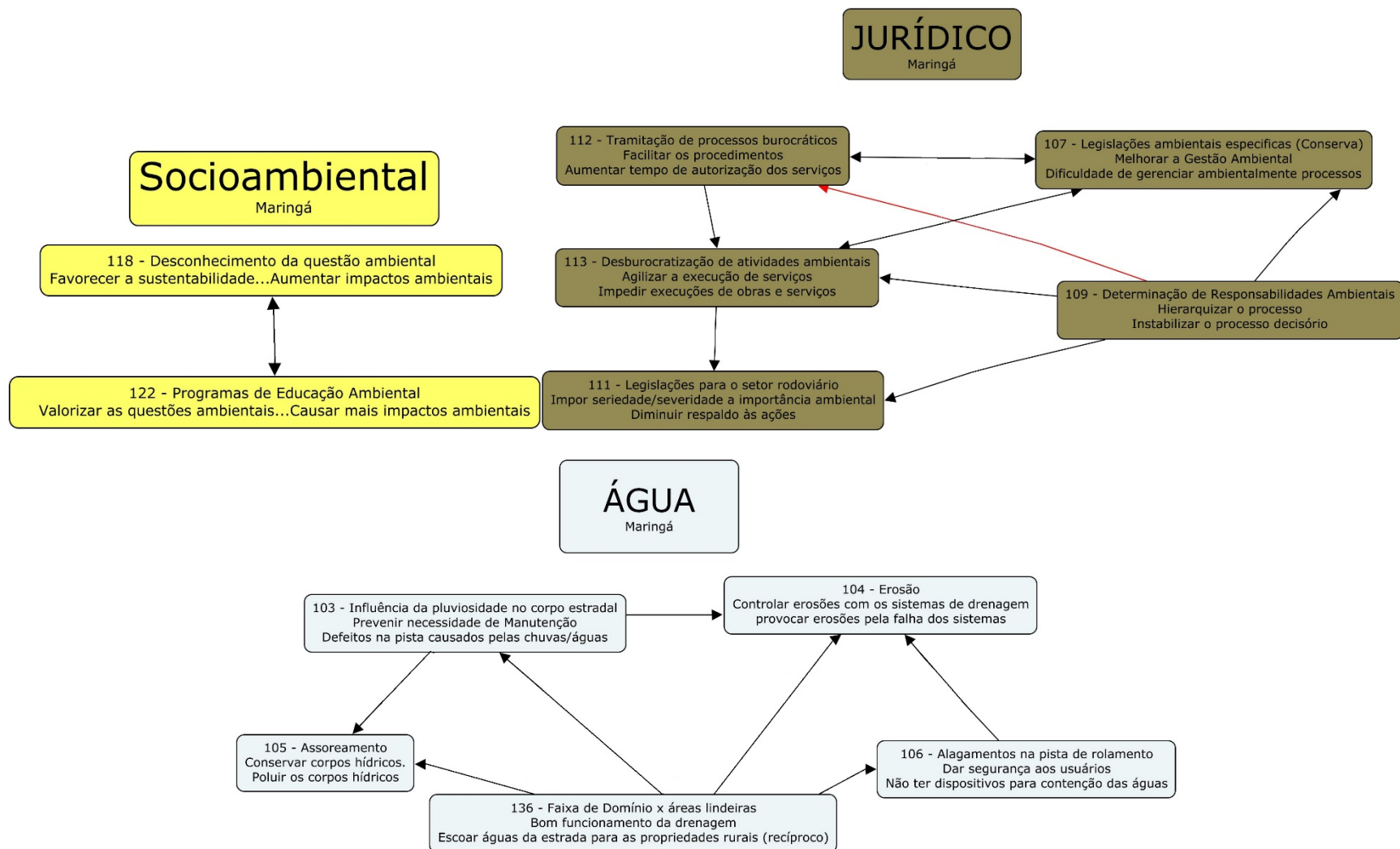
## MEIO BIÓTICO

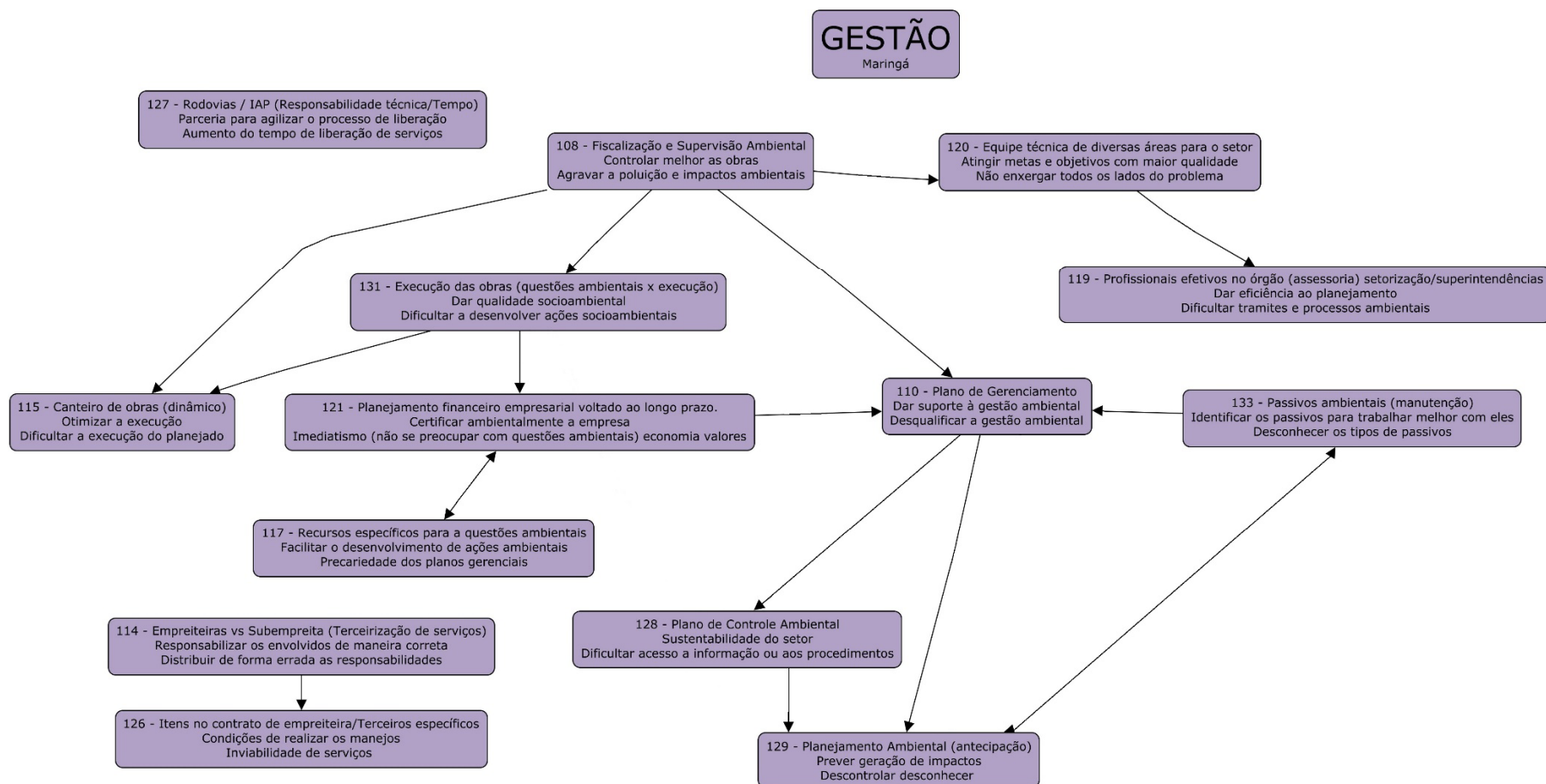
Londrina

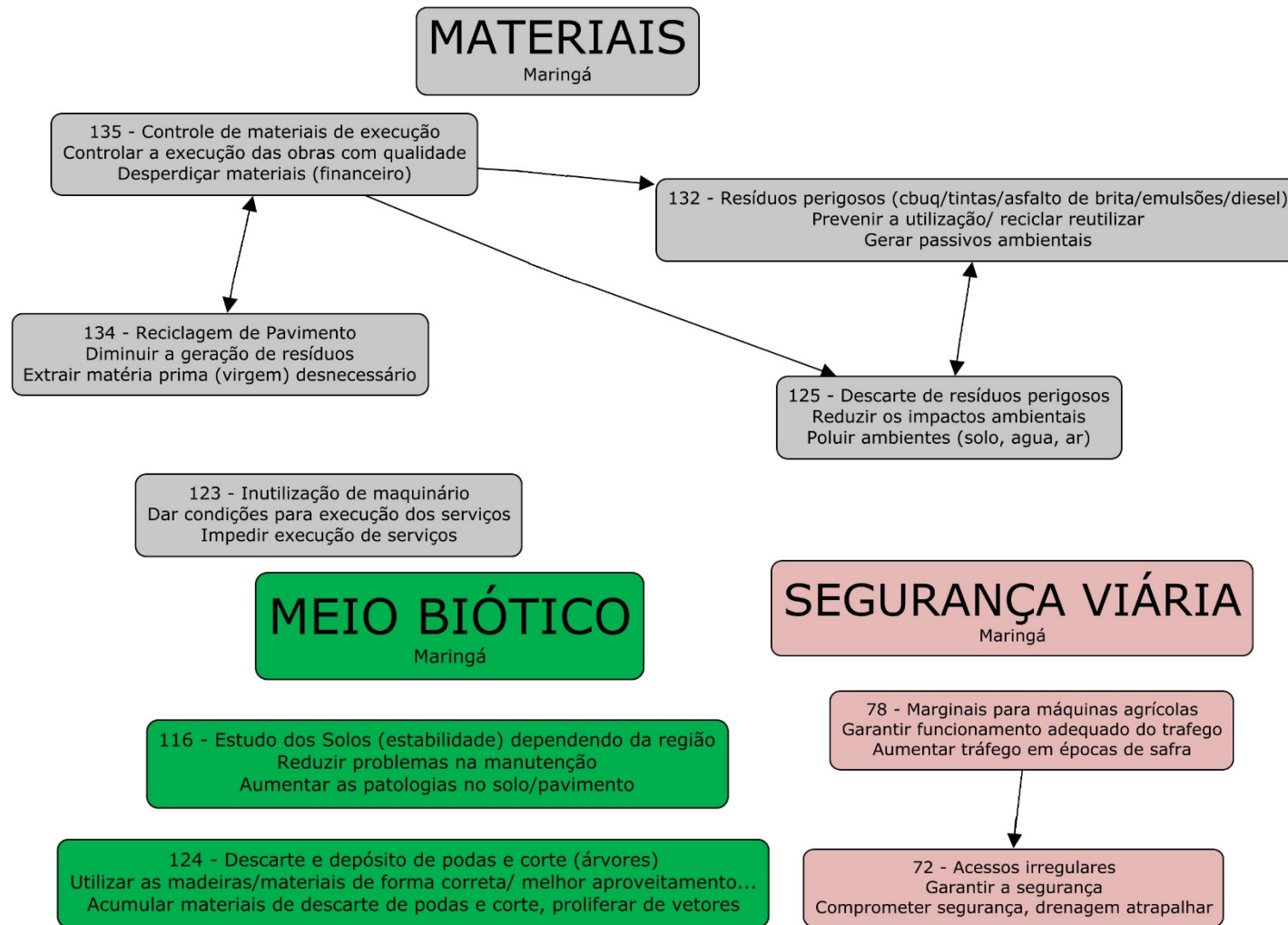




## Apêndice J - Mapas de meios e fins Fase 2 – Maringá







Apêndice K - Mapas de meios e fins Fase 2 – Ponta Grossa

