

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL  
MESTRADO ACADÊMICO EM ENGENHARIA AMBIENTAL**

**RAFAEL COELHO CICILIATO**

**AVALIAÇÃO DE PRIORIDADES RELATIVAS À NÃO  
CONFORMIDADES AMBIENTAIS PARA EMPREENDIMENTOS  
RODOVIÁRIOS EM FASE DE INSTALAÇÃO**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**LONDRINA**

**2016**

**RAFAEL COELHO CICILIATO**

**AVALIAÇÃO DE PRIORIDADES RELATIVAS À NÃO  
CONFORMIDADES AMBIENTAIS PARA EMPREENDIMENTOS  
RODOVIÁRIOS EM FASE DE INSTALAÇÃO**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental, do Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Nagamine Costanzi

**LONDRINA**

**2016**

## TERMO DE LICENCIAMENTO

Esta Dissertação está licenciada sob uma Licença Creative Commons *atribuição uso não-comercial/compartilhamento sob a mesma licença 4.0 Brasil*. Para ver uma cópia desta licença, visite o endereço <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/> ou envie uma carta para Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, Califórnia 94105, USA.



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Biblioteca UTFPR - Câmpus Londrina

C672a Ciciliato, Rafael Coelho

Avaliação de prioridades relativas à não conformidades ambientais para empreendimentos rodoviários em fase de instalação / Rafael Coelho Ciciliato. – Londrina: [s.n.], 2016.  
150 f.: il.; 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Nagamine Costanzi  
Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná.  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental. Londrina, 2016.  
Bibliografia: f. 112-123.

1. Gestão Ambiental. 2. Rodovias – Projetos e Construção. 3. Impacto Ambiental. I. Costanzi, Ricardo Nagamine, orient. II. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. III. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental. IV. Título.

CDD: 628



## **TERMO DE APROVAÇÃO**

### **AVALIAÇÃO DE PRIORIDADES RELATIVAS À NÃO CONFORMIDADES AMBIENTAIS PARA EMPREENDIMENTOS RODOVIÁRIOS EM FASE DE INSTALAÇÃO**

por

**RAFAEL COELHO CICILIATO**

Dissertação de mestrado apresentada no dia 07 de outubro de 2016 como requisito parcial para a obtenção do título de MESTRE EM ENGENHARIA AMBIENTAL pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Câmpus Apucarana/Londrina, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

\_\_\_\_\_  
Dr. Ricardo Nagamine Costanzi - Orientador  
(UTFPR)

\_\_\_\_\_  
Dra. Heliana Barbaosa Fontenele - Membro titular  
(UEL)

\_\_\_\_\_  
Dr. Ajadir Fazolo - Membro titular  
(UTFPR)

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso -

Dedico este Mestrado aos meus pais, Roberto e Célia, pelo exemplo de vida que me representam, pelo incentivo e apoio em todas minhas escolhas e decisões. Dedico também as minhas irmãs, Bárbara e Débora, e sobrinha Marina, por estarem sempre em minha vida.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, por me fornecer muita serenidade, coragem e sabedoria para lidar com todas as situações do dia-a-dia.

Agradeço aos professores Dr. Ajadir Fazolo, Dr. Alexei Lorenzetti Novaes Pinheiro e Dr. Ricardo Nagamine Costanzi por me orientarem em iniciações científicas e TCC durante a graduação e me incentivarem para realização do mestrado.

Agradeço o Dr. Ricardo Nagamine Costanzi por ter me orientado neste trabalho de mestrado, e por toda confiança, dedicação e apoio prestado.

Agradeço o Dr. Reginaldo Fidelis por ter me apresentado o método AHP e por despendar seu tempo em ensinar essa ferramenta matemática.

Agradeço a Master Ambiental por meio de seu programa de incentivo a educação, que me possibilitou a realização do mestrado e trabalho de forma concomitante. Agradeço em especial o Sr. Fernando de Barros e sua esposa a Srta. Inês Barros, meus coordenadores Carlos Levy e Mariana Nonino, e toda a equipe.

Agradeço Nilo Horn, Samuel Marcondes, Denis Meyer, Diego Caffarena, Diego Carrilho, Sailon Noernberg, Elson Felice pela imensa contribuição dada a esta pesquisa.

Agradeço meu pai Roberto, minha mãe Célia por toda a criação, carinho, apoio, incentivo, paciência, confiança que tiveram comigo em todo esse tempo. Agradeço as minhas irmãs Débora e Bárbara por toda a irmandade. Agradeço ao meu cunhado Ricardo pelo companheirismo. Agradeço a minha sobrinha Marina por me propiciar momentos felizes. Agradeço meu Tio Cícero e Tia Isidinha por sempre terem apoiado meus estudos e pelo incentivo concedido em todos os momentos. Agradeço a Maria por ser especial em minha vida.

Agradeço Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) pela oportunidade de cursar este programa de mestrado. Agradeço todos os funcionários, servidores, coordenadores do programa.

Agradeço a toda banca examinadora pela imensa contribuição dada a esta dissertação.

A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu, mas pensar o que ninguém ainda pensou sobre aquilo que todo mundo vê. (ARTHUR SCHOPENHAUER)

## RESUMO

CICILIATO, Rafael Coelho. **Avaliação de prioridades relativas à não conformidades ambientais para empreendimentos rodoviários em fase de instalação.** 2016. 150 f. Dissertação de (Mestrado Acadêmico em Engenharia Ambiental. Área de conhecimento: Saneamento Ambiental). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina. 2016.

Empreendimentos rodoviários causam impactos significativos nos ecossistemas e no meio físico adjacentes. Assim, a supervisão ambiental em empreendimentos rodoviários tem por finalidade verificar o cumprimento de exigências legais e operacionais, principalmente, durante a fase de instalação que corresponde ao período de obras. A definição e a importância relativa das variáveis a serem utilizadas no processo de conformidade ambiental é um processo imprescindível para a tomada de decisões. O método de Análise Hierárquica de Processos (AHP) é um instrumento de apoio à tomada de decisão, que tem o foco de fornecer ao decisor informações relevantes com relação a um conjunto de escolhas, de modo a auxiliar na definição da melhor ou mais relevante alternativa para o problema em questão. Nesse sentido, a presente dissertação objetiva fornecer subsídios às Concessionárias de Rodovias, Agências governamentais e Órgãos fiscalizadores para supervisão ambiental de rodovias como forma de analisar e priorizar aspectos ambientais e normativos, por meio da aplicação do método AHP a partir da expertise de profissionais envolvidos na gestão ambiental de rodovias. Para este trabalho foram definidas como critérios para supervisão ambiental as áreas relativas ao licenciamento ambiental, produtos perigosos, efluentes líquidos, segurança do trabalho, poluição atmosférica, resíduos sólidos, biótico e processo de dinâmica superficial, com análise de importância por pesos de 22,27%, 15,56%, 11,92%, 11,92%, 9,76%, 9,54%, 9,48% e 9,46, respectivamente. Para todos os cálculos dos vetores dos critérios e subcritérios o valor da razão de consistência foi menor que 0,1, o que indica que os resultados obtidos apresentam valores consistentes de análise comparativa.

**Palavras-chave:** Não conformidades ambientais. Supervisão ambiental. Obras rodoviárias. Análise hierárquica de processos (AHP).

## ABSTRACT

CICILIATO, Rafael Coelho. **Assessment of priorities related to environmental nonconformities for road projects under construction.** 2016. 150 f. Dissertação de (Mestrado Acadêmico em Engenharia Ambiental. Área de conhecimento: Saneamento Ambiental). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Federal Technology University - Parana. Londrina. 2016.

Road projects have significant impacts on ecosystems and the surrounding physical environment. Thus, environmental supervision in highway projects has for objective to verify the compliance with legal and operational requirements, particularly during the installation phase that corresponds to the period of works. The definition and relative importance of the variables to be used in the environmental compliance process is an essential process for decision making. The Hierarchical Analysis Method Process (AHP) is a tool to support decision-making, which is the focus of providing the decision-maker relevant information with respect to a set of choices, in order to assist in defining the best or most relevant alternative to the problem in question. In this sense, this dissertation aims to provide subsidies the Highway Concessionaires, government agencies and oversight bodies for environmental supervision of highways as a way to analyze and prioritize environmental and regulatory aspects, by applying the AHP from the professional expertise involved in environmental management of highways. For this study were defined as criteria for environmental stewardship areas related to environmental licensing, dangerous products, wastewater, safety, air pollution, solid waste, biotic and surface dynamic process, with important analysis for 22.27 pesos %, 15.56%, 11.92%, 11.92%, 9.76%, 9.54%, 9.48% and 9.46, respectively. For all calculations of vectors of sub criteria and the value of the consistency ratio was less than 0.1, indicating that the results obtained are consistent values for comparative analysis.

**Keywords:** Environmental non-compliances. Environmental stewardship. Roadworks. Analytic hierarchy process (AHP).

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Fluxograma de ocorrência ambiental. ....	36
Figura 2 – Fluxograma AHP.....	44
Figura 3 – Estrutura Hierárquica do AHP .....	46
Figura 4 – Distribuição dos dados com relação aos critérios das não conformidades ambientais. ....	63
Figura 5 – Distribuição dos dados com relação ao subcritério licenciamento. ....	66
Figura 6 – Distribuição dos dados com relação ao subcritério biótico.....	68
Figura 7 - Distribuição dos dados com relação ao subcritério processo de dinâmica superficial. ....	71
Figura 8 - Distribuição dos dados com relação ao subcritério efluente líquido.....	73
Figura 9 - Distribuição dos dados com relação ao subcritério segurança do trabalho. ....	75
Quadro 1 – Impactos ambientais potencialmente decorrentes do meio físico .....	32
Quadro 2 - Impactos ambientais potencialmente decorrentes do meio biótico .....	32
Quadro 3 - Impactos ambientais potencialmente decorrentes do meio socioeconômico.....	33
Quadro 4 – Itens para desing de rodovias sustentáveis.....	42
Quadro 5 – Escala de intensidade de importância .....	48
Quadro 6 – Escala de intensidade de importância .....	58

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tabela de Índice Randômico.....	50
Tabela 2 - Formação dos profissionais com experiência em gestão ambiental de rodovias.....	59
Tabela 3 - Tempo de atuação na área ambiental de rodovias. ....	60
Tabela 4 – Prioridade média local para os critérios.....	61
Tabela 5 – Prioridade média local do critério licenciamento com relação aos subcritérios.....	64
Tabela 6 - Prioridade média local do critério biótico com relação aos subcritérios. ..	66
Tabela 7 - Prioridade média local do critério processos de dinâmica superficial com relação aos subcritérios. ....	69
Tabela 8 - Prioridade média local do critério efluente líquido com relação aos subcritérios.....	72
Tabela 9 - Prioridade média local do critério segurança do trabalho com relação aos subcritérios.....	74
Tabela 10 - Prioridade média local do subcritério licença ambiental com relação às alternativas.....	76
Tabela 11 - Prioridade média local do subcritério autorização ambiental específica com relação às alternativas.....	77
Tabela 12 - Prioridade média local do subcritério cadastro ambiental específico com relação às alternativas. ....	79
Tabela 13 - Prioridade média local do subcritério fauna com relação às alternativas. ....	80
Tabela 14 - Prioridade média local do subcritério vegetação com relação às alternativas.....	82
Tabela 15 - Prioridade média local do subcritério erosão com relação às alternativas. ....	84
Tabela 16 - Prioridade média local do subcritério assoreamento com relação às alternativas.....	85
Tabela 17 - Prioridade média local do critério resíduos sólidos com relação às alternativas.....	87
Tabela 18 - Prioridade média local do subcritério esgoto doméstico/sanitário com relação às alternativas. ....	89
Tabela 19 - Prioridade média local do subcritério efluente de lavagem de veículo ou equipamento contendo resíduo de concreto com relação às alternativas.....	91
Tabela 20 - Prioridade média local do subcritério efluente oleoso com relação às alternativas.....	92
Tabela 21 - Prioridade média local do critério poluição atmosférica com relação às alternativas.....	93
Tabela 22 - Prioridade média local do critério produtos perigosos com relação às alternativas.....	94
Tabela 23 - Prioridade média local do subcritério emissão de ruído com relação às alternativas.....	96

Tabela 24 - Prioridade média local do subcritério saúde e higiene do trabalhador com relação às alternativas. ....	97
Tabela 25 – Razão de consistência dos critérios. ....	99
Tabela 26 - Razão de consistência dos subcritérios. ....	100
Tabela 27 - Prioridade global com relação às alternativas.....	107

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>15</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>17</b>
2.1 OBJETIVO GERAL .....	17
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	17
<b>3 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>18</b>
3.1 MEIO AMBIENTE DE RODOVIAS .....	18
3.1.1 Ações que geram impactos ambientais de Obras Rodoviárias .....	19
3.1.2 Componentes Ambientais Passíves de Impactação .....	24
3.1.2.1 Componentes do Meio Físico .....	24
3.1.2.2 Componentes do Meio Biótico .....	26
3.1.2.3 Componentes do Meio Socioeconômico .....	28
3.1.3 Impactos Ambientais Potencialmente Decorrentes .....	31
3.1.4 Supervisão Ambiental .....	34
3.1.5 Indicadores de Desempenho Ambiental .....	37
<b>4 METODOLOGIA</b> .....	<b>43</b>
4.1 MÉTODO AHP – ANALYTIC HIERARCHY PROCESS .....	43
4.1.1 Definição do Problema e a Estrutura Hierárquica .....	45
4.1.2 Comparação dos Pares e a Matriz de Escala .....	46
4.1.3 Escala de Julgamentos .....	47
4.1.4 Normalização .....	48
4.1.5 Consistência das Prioridades .....	49
4.2 PROCEDIMENTOS DE PESQUISA .....	51
4.3 APLICAÇÃO DO MÉTODO AHP .....	52
4.3.1 Definição da Estrutura Hierárquica .....	52
4.3.2 Escala de Julgamento .....	58
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>59</b>
5.1 ANÁLISE DOS QUESTIONÁRIOS .....	59
5.1.1 Formação dos Profissionais .....	59
5.1.2 Tempo de Atuação na Área Ambiental de Rodovias .....	60
5.2 APLICAÇÃO DO AHP .....	61
5.2.1 Cálculo da Prioridade Média Local (PML) para os Critérios .....	61
5.2.2 Cálculo da Prioridade Média Local (PML) para os Subcritérios .....	64
5.2.3 Cálculo da Prioridade Média Local (PML) para as Alternativas .....	75
5.2.4 Cálculo da Razão de Consistência (RC) para os Critérios .....	99
5.2.5 Cálculo da Razão de Consistência (RC) para os Subcritérios .....	99
5.2.6 Cálculo da Prioridade Global (PG) para as Alternativas .....	100
<b>6 CONCLUSÃO</b> .....	<b>110</b>
<b>7 RECOMENDAÇÃO</b> .....	<b>111</b>

<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>112</b>
<b>APÊNDICE A - Protocolo do Questionário.....</b>	<b>124</b>
<b>APÊNDICE B - Roteiro para Questionário com Profissionais.....</b>	<b>128</b>
<b>APÊNDICE C - Termo de Consentimento e Esclarecimento .....</b>	<b>145</b>
<b>APÊNDICE D - Termo de Responsabilidade .....</b>	<b>147</b>
<b>APÊNDICE E - Considerações Gerais dos Profissionais sobre Não Conformidades Ambientais (Ocorrências Ambientais) .....</b>	<b>149</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Os modais existentes para o transporte de cargas e/ou pessoas são influenciados pelas características físicas, geológicas e bióticas do meio; e principalmente por interesses políticos e sociais (ROOSHDI et al., 2014). Em escala global, os países desenvolvidos tendem a utilizar o transporte ferroviário e aquaviário, já nos países em desenvolvimento ou subdesenvolvidos prevalece o modal rodoviário (DAMBROS et al., 2013).

De acordo com a Confederação Nacional dos Transportes (2015), o deslocamento de cargas e pessoas no Brasil tem sido realizado pelo modal rodoviário, com participação de 61% na matriz de transportes de carga e 95 % na matriz de passageiros. Os modais ferroviário, aquaviário, dutoviário e aéreo correspondem a 20,7%, 13,6%, 4,2% e 0,4%; respectivamente. Assim, o modal rodoviário é o principal agente responsável pela integração de todo sistema de transportes, tendo grande contribuição para o desenvolvimento socioeconômico do país.

Ainda que as rodovias apresentem vantagens em relação aos outros modais de transportes, como o atendimento porta a porta, a dependência desse sistema atrelado ao uso de combustíveis fósseis em grande escala contribui para a degradação do meio ambiente (SONG; ZHENG; WANG, 2015)). As rodovias atravessam grandes extensões territoriais, de norte a sul e de leste a oeste, passando por diferentes ecossistemas, formações rochosas, tipos de solos, coberturas vegetais, faunas, corpos hídricos e ocupações sociais com aspectos econômicos distintos (LORO et al., 2014).

Assim, conforme exposto por Costa (2010), além de causar modificações nas condições de origem do meio, induzem alterações no contexto socioeconômico e cultural. Em muitos casos, causam impactos significativos para o local. Alguns exemplos disso são as interferências na dinâmica dos ecossistemas com danos a flora e a fauna e alterações nos processos de dinâmica superficial com o aparecimento de carreamentos de solo, erosões e assoreamentos.

Antes da década de 80 no Brasil, as questões relacionadas ao meio ambiente não faziam parte do escopo de desenvolvimento e implantação dos projetos de infraestrutura rodoviário. Em 1981 a Lei da Política Nacional do

Meio Ambiente (Lei nº 6.938/81) estruturou o Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA) e seu respectivo conselho, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Esta lei insere pela primeira vez, mesmo que de forma genérica, os temas do licenciamento ambiental, avaliação de impacto ambiental e estudo de impacto ambiental.

Posteriormente, a Resolução CONAMA 01:1986 determinou que as atividades poluidoras fossem sujeitas ao licenciamento ambiental mediante estudo de impacto ambiental (EIA/RIMA). Alguns empreendimentos rodoviários foram enquadrados nessas diretrizes.

A implementação de Sistemas de Gestão Ambiental em sistemas rodoviários se inicia com a sua aderência com a série ISO 14000 (*International Organization for Standardization*) e a Resolução CONAMA 237:1997. Assim, Segundo Costa (2010), as primeiras atividades de supervisão ambiental no Brasil limitavam-se apenas ao cumprimento legal de condicionantes estabelecidas nas licenças e autorizações. Mas sua função é abrangente, incluindo também, o acompanhamento dos processos construtivos no sentido de implantar medidas para evitar a degradação ambiental.

Entretanto, a supervisão ambiental por si só não consegue mensurar os ganhos ambientais oriundos do acompanhamento periódico e sistemático de todas as atividades envolvendo obras nos empreendimentos rodoviários. Dessa forma, a avaliação de desempenho ambiental por meio de critérios preestabelecidos mede a eficiência das medidas ambientais adotadas durante as etapas construtivas.

No presente estudo serão ponderadas as principais não conformidades ambientais encontradas em obras rodoviárias por meio de acompanhamento associado à supervisão ambiental. Essa ponderação será empregada a partir da experiência de profissionais que atuam na área de gestão ambiental de rodovias.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

A pesquisa tem como principal objetivo fornecer subsídios as Concessionárias de Rodovias, Agências governamentais e Órgãos fiscalizadores para supervisão ambiental de rodovias como forma de analisar e priorizar aspectos ambientais e normativos.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

A partir do objetivo geral, podem ser discretizados os objetivos específicos:

- Definir as principais não conformidades ambientais a partir de revisão de literatura relacionadas com a supervisão ambiental de obras rodoviária;
- Montar questionário de não conformidades para ser respondido por profissionais com experiência prática e expertise na gestão ambiental de obras rodoviárias;
- Por meio da aplicação do método de análise hierárquica de processos (AHP), ponderar e priorizar as não conformidades ambientais.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 MEIO AMBIENTE DE RODOVIAS

O Instituto de Pesquisas Rodoviárias (IPR) vinculado ao Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) possui uma vasta coletânea técnica abrangendo todas as questões para existência de uma rodovia, incluindo diretrizes de respeito ao meio ambiente.

Brasil (2005a), Brasil (2005b), Brasil (2005c), Brasil (2005d), Brasil (2006a), Brasil (2006b), Brasil (2006c), Brasil (2006d) e Brasil (2009) são respectivamente os seguintes manuais técnicos rodoviários:

- Instruções de proteção ambiental das faixas de domínio e lindeiras das rodovias federais;
- Manual de conservação rodoviária;
- Manual para ordenamento do uso do solo nas faixas de domínio e lindeiras das rodovias federais;
- Manual rodoviário de conservação, monitoramento e controle ambientais;
- Diretrizes básicas para elaboração de estudos e programas ambientais rodoviários: escopos básicos / instruções de serviços;
- Diretrizes básicas para estudos e projetos rodoviários: escopos básicos / instruções de serviços;
- Glossário de termos técnicos ambientais rodoviários;
- Manual para atividades ambientais rodoviárias;
- Manual de vegetação rodoviária

Nos tópicos seguintes, descrevem-se as principais ações impactantes de obras rodoviárias, os componentes ambientais passíveis de impactação, e os impactos ambientais potencialmente decorrentes das atividades, itens esses do quais foram extraídos e sintetizados dos referidos manuais citados acima.

### 3.1.1 Ações que geram impactos ambientais de Obras Rodoviárias

As ações impactantes que ocorrem devido à etapa de obras rodoviárias incluem todas as tarefas e serviços associados as obras de execução física, tais como:

i. Implantação e Operação de Instalações Administrativas e/ou Industriais Provisórias

Consiste na instalação de escritórios, canteiros de obra, pátios de vigas, usinas industriais provisórias e outras instalações destinadas a servir de apoio à execução das obras. Sua ação impactante refere-se às alterações no relevo e interferências com cursos d'água e/ou cobertura vegetal nos locais de implantação. Já as atividades de operação se dão pela geração de resíduos, efluentes, ruídos e emissões atmosféricas.

ii. Remoção da Vegetação e Limpeza do Terreno

Dá-se pela raspagem e retirada da camada orgânica superficial ao solo, abrangendo a supressão da vegetação bem como o corte e destocamento, inclui-se aqui também, a demolição e remoção de benfeitorias e qualquer elemento físico presente na área de intervenção. Engloba-se ainda as seguintes ações, estocagem provisória do horizonte orgânico do solo para posterior aproveitamento, transporte e disposição de resíduos florestais em local específico e, transporte e disposição de resíduos oriundos da demolição civil.

iii. Execução de Acessos de Apoio às Obras

Dá-se pela necessidade de implementação de acessos provisórios em decorrência da demanda logística das obras, referindo-se a abertura de novos acessos para as frentes de ataque às obras e/ou para conectá-la com áreas de apoio não próximas à área de intervenção.

iv. Substituição e/ou Correção de Solos Moles ou Inservíveis

Dá-se em substituir solos moles e/ou inservíveis para aterramento na pista de rolamento devido a sua inadequada característica físico-química. Inclui-se também atividades de escavação do material em locais alagadiços, para posterior destinação a áreas de bota-fora, poder haver se necessário, a remoção de água por meio de moto bombas, e por fim, a importação de material mineral de empréstimo para substituir o solo removido.

v. Execução da Terraplenagem

Os serviços de terraplenagem se dão pela realização de cortes e aterro no terreno, de modo a atingir a cota do projeto topográfico. Engloba-se também a formação de corpos de aterro pela sobreposição de camadas horizontais consecutivas, incluindo à formação das saias de aterro e taludes de corte com as respectivas bermas de alívio. Não contemplam nessa ação as operações de transporte e disposição de materiais excedentes em área de bota-foras, ou ainda a retirada e transporte de material mineral de empréstimo.

vi. Habilitação e Utilização de Áreas de Apoio Externas à Faixa de Domínio

Esta atividade engloba as ações necessárias para habilitar e utilizar as áreas de apoio referente a jazidas de empréstimo, bota-foras, pátios de armazenamento de material e similar, exceto canteiro de obras e instalações industriais das quais já foram referidas anteriormente. Nos locais de empréstimo a remoção do material geralmente é realizada com uso de tratores esteiras, retroescavadeiras, pás carregadeiras e caminhões basculantes. O material excedente depositado em áreas de bota-foras com o uso de caminhões basculantes, para posteriormente ser espalhados em camadas horizontais sob o uso de trator esteira e rolos compactadores.

vii. Transporte de Materiais entre as Frentes de Obra e as Áreas de Apoio

Esta ação envolve qualquer transporte na área de intervenção do empreendimento e áreas de apoio, ocorrendo principalmente sob o uso de caminhões basculantes.

viii. Aquisição e Transporte de Pedra Britada

A implementação de obra rodoviária pode gerar a abertura de novas frentes de lavras para obtenção de rocha “pedras e britas”, ou também obtê-la pela compra de jazidas existentes exploradas comercialmente que tenha licença ambiental, nas proximidades do empreendimento. Nesta ação inclui todas as atividades desde a extração do material até seu processamento primando, bem com seu transporte até o local das obras.

ix. Execução do Sistema de Drenagem

As tubulações instaladas em talwegues, comumente conhecidas como bueiros de talwegues, são as atividades com maior potencial de impactar o meio ambiente na execução de sistema de drenagem. Essa estrutura é implantada em todos os locais onde não se utiliza pontes para travessia de rios.

Está ação pode envolver a execução de cota-rios, ensecadeiras, e ainda a ampliação da capacidade hidráulica em bueiros existentes. Para isso, inicia-se com retroescavadeira a escavação de modo linear até uma cota inferior ao nível de apoio da tubulação, realiza-se o apiloamento do fundo da vala por meio de soquete manual ou mecânico, seguido da execução de lastro indicado pelo projeto, assentam-se as tubulações de modo alinhado, rejuntam-se as emendas com cimento, seguido de teste de estanqueidade, reaterro do solo bem como sua compactação, e quando for o caso remoção do corta-rios para o reestabelecimento do curso natural do fluxo de água. Há também a instalação de componentes complementares, incluindo uma diversidade de

serviços de revestimento, realização de concretagens e alvenaria, colocação manual de dispositivos, entre outros

Em locais onde ocorre o afloramento do lençol freático, procede-se com a instalação de drenos profundos, que exigem equipamentos especiais.

#### x. Execução de Obras de Arte Especiais

Esta ação se dá pela construção de elementos estruturais que utiliza concreto de forma extensiva, tais como viadutos, pontes, passarelas, inclui-se também construções com elementos pré-moldados como páteo de vigas, barracões. As principais atividades envolvem:

- Estabelecimento de um método de fundação, podendo ser por cravação de estacas metálicas ou pré-moldadas e/ou inserção de tubulões podendo realizar escavação com ar comprimido;
- Realizar formas e desformas;
- Inserção de armaduras;
- Produção, adensamento e cura do concreto;
- Atividades de concretagem;
- Montagem das peças pré-moldadas.

#### xi. Pavimentação

A pavimentação é realizada a partir dos materiais minerais oriundo das jazidas que compõe as camadas de reforço do subleito, sub-bases, bases e revestimentos. Englobam-se aqui todas as atividades necessárias para colocação desses materiais que forma o pavimento. Os principais maquinários envolvidos rolos de diversas formas de compactação, motoniveladoras, caminhões basculantes, caminhão pipa, caminhão asfargidor de asfalto.

#### xii. Sinalização Horizontal e Vertical

Esta ação corresponde a implantação de sinalização permanente no empreendimento por meio de elementos físicos verticais sendo placas moveis

e fixas, dispositivos e iluminação contínua ou intermitente, placas ou painéis com mensagens fixas ou variáveis, e elementos horizontais a superfície da pista de rolamento.

xiii. Estabilização e Tratamento Superficial de Taludes e Saias de Aterro

Todos os locais onde existir saias de aterro e taludes de cortes deve-se estabilizar e proteger a superfície do solo. Essa atividade envolve a cobertura da superfície por meio de placas de gramas ou hidrossemeadura, e nos casos onde houver a instabilidade do solo, devem-se instalar elementos físicos de contenção tais como gabiões, enrocamentos com britas, solo pregado, cortinas tirantadas, dentre outros

xiv. Desativação das Obras e das Instalações Provisórias

Esta ação envolve a recomposições dos locais diretamente afetados como a desativação e recuperação dos acessos de serviços, atividades necessárias para remoção de canteiro de obras e demais instalações provisórias, retirar desvios provisórios de modo à reestabelecer as condições normais de tráfego. Ao final da obra a mão de obra deverá ser desmobilizada e dispensada, restando apenas os funcionários para conduzir as operações da rodovia.

### 3.1.2 Componentes Ambientais Passíves de Impactação

Os componentes ambientais passíveis de serem afetados pelas ações descritas anteriormente são:

#### 3.1.2.1 Componentes do Meio Físico

##### i. Recursos Hídricos Superficiais

Durante as etapas de instalação do empreendimento, menciona-se o aumento da turbidez e risco de assoreamento em detrimento do carreamento do solo durante a fase de terraplanagem, como os principais impactos potenciais de ocorrência, já durante a operação da rodovia, registram-se os efeitos em decorrência da impermeabilização do solo. Inclui-se também, o risco de contaminação das águas devido a possível acidente de carga com produtos perigosos e tóxicos, bem como o manuseio desses produtos nas obras, com agravação para mananciais de abastecimento público.

##### ii. Recursos Hídricos Subterrâneos

O rebaixamento do lençol freático é um dos impactos ambientais que podem ocorrer durante as obras, em detrimento de escavações profundas, geralmente acima de 7 metros, em local de lençol raso. A água subterrânea pode ser contaminada pela disposição de esgotos domésticos oriundo dos canteiros e áreas de vivência sem tratamento, ou seja, instalação de fossas sépticas de modo inadequado, comumente chamada de fossa negra. O manuseio ou armazenamento inadequado de produtos químicos também pode contraminar a água subterrânea

##### iii. Solos

O potencial do solo em sofrer processos erosivos e conseqüentemente carreamento consiste como principal impacto ao meio ambiente, principalmente

nos locais onde há solo exposto aliado a considerável volume de precipitação. Igualmente aos recursos hídricos, inclui-se aqui também, os efeitos da contaminação por produtos perigosos.

iv. Ar

No período de instalação do empreendimento o impactos ambientais relacionado à qualidade do ar restringir-se a locais de movimentação de terra e circulação de veículos, que pode ocorrer a resuspensão de material, e em alguns casos, se essa poeira chegar na rodovia atrapalha a visibilidade dos usuários com risco de acidente. As áreas de instalações industriais provisórias de apoio as obras, tanto próprias como de terceiros, consistem também em locais potenciais, devendo as medidas de controle de poluição do ar serem adotadas. Na fase de operação da rodovia, o aumento imediato das emissões atmosféricas devido ao tráfego de veículos não será significativa, esse efeito tem consequência com o passar dos anos e aumento da frota circulante, induzida pelo desenvolvimento econômico.

De acordo com Torija e Ruiz (2016) os planejadores urbanos e rodoviários deve tomar decisões corretas relacionadas com a gestão do tráfego urbano e o controle da poluição sonora. Suas avaliações tem consequências importantes sobre o incômodo de população exposta a ruídos e vibrações e ao controle de outros poluentes ambientais, como por exemplo,  $\text{NO}_x$  ou partículas ultrafinas emitidas pelos veículos pesados. Uma das decisões-chave é a seleção de quais ações de controle de ruído deve ser tomado em áreas sensíveis como áreas residenciais ou hospitalares, áreas escolares etc, que podem incluir medidas dispendiosas como a redução do tráfego total, proibindo ou reduzindo o tráfego de veículos pesados, inspeção de motos emissão sonora, etc. para uma tomada de decisões eficiente nas ações de controle de ruído, é fundamental para classificar um determinado local em uma área sensível de acordo com as diferentes condições de tráfego existentes.

### 3.1.2.2 Componentes do Meio Biótico

#### i. Vegetação

A vegetação pré-existente em toda área de implantação da rodovia é passível de ser impactada devido a sua retirada para limpeza do local. De maneira similar, nas áreas de apoio fora da faixa de domínio a cobertura vegetal deve ser suprimida para realização dos trabalhos.

De maneira indireta, a cobertura vegetal existente no entorno imediato as obras podem sofrer com carreamento de solo, incêndios acidentais, vazamento de líquidos perigosos, e até mesmo o trânsito de funcionários no interior da mata ou fragmentos de mata. Ressalta-se que esta faixa é estreita é próxima ao empreendimento.

Em locais onde a mata se encontra em estado mais preservado, o efeito de borda pode ser significativo, entretanto, onde há presença de pequenos fragmentos imersos a extensas áreas de cultivo e pastagem o efeito pode ser considerado menor, devido ao acréscimo de borda ser pequeno em relação a borda existente por um fator área do fragmento.

A construção de rodovias é geralmente considerado destrutivo para o ambiente natural devido ao desmatamento necessária durante a construção, bem como aumentos subsequentes de emissões de CO<sub>2</sub>, após a conclusão de novas estradas, com o novo tráfego é trazido para a área. O estudo realizado por Hiasa et al. (2016) analisa dois efeitos principais da nova construção de rodovias, um sendo a absorção de CO<sub>2</sub> e o outro as emissões de CO<sub>2</sub>, bem como o potencial de influência do corte, replantio, e / ou manutenção da área de floresta circundante na capacidade global de absorção de CO<sub>2</sub>, as emissões líquidas de CO<sub>2</sub>, e total de CO<sub>2</sub> na área de construção analisados. Em relação à absorção de CO<sub>2</sub>, verificou-se que, se a parte da floresta derrubada durante a construção é muito antiga, a nova construção da estrada pode ajudar a recuperar a capacidade de absorção de CO<sub>2</sub> que perdeu, com o plantio de novas árvores ao longo da rodovia, mesmo que a área de plantação for muito menor do que a área de abate de árvores. Quanto às emissões de CO<sub>2</sub>,

verificou-se que mitigar o congestionamento do tráfego e diminuindo a distância necessária pode reduzir as emissões de CO<sub>2</sub> a partir da rodovia. Portanto, conclui-se que a construção nova estrada nem sempre prejudica o meio ambiente relativo à poluição de CO<sub>2</sub>, como os impactos nocivos comumente associados com a construção da estrada podem ser mitigados com outros métodos de mitigação tecnocológicos.

## ii. Fauna

Devido à avifauna possuir maior mobilidade em relação à supressão de seu habitat, ela pode ser menos impactada. Já para a fauna terrestre, o impacto está relacionado com a supressão de vegetação e a corresponde diminuição e/ou alteração de seu habitat, em especial, nos locais de mata ciliares que constituem corredores para sua passagem. Com relação à ictiofauna, os efeitos são aqueles decorrentes dos recursos hídricos superficiais e solo conforme descrito anteriormente.

Em obras rodoviárias os impactos ambientais de origem ecológica são muitas vezes negligenciados (DEKKER et al., 2012; MURPHY E POIST, 2000). O impacto ecológico das estradas e do tráfego e as alternativas para evitar e mitigar esses impactos são investigados no domínio da "ecologia das estradas". Até à data, os estudos de diferentes grupos de espécies como mamíferos, aves, ou anfíbios, bem como estudos de diferentes tipos de rodovias, como estradas rurais ou rodovias pavimentadas tem conformado impacto negativo significativo global de estradas e do tráfego sobre a biodiversidade (BENÍTEZ-LÓPEZ et al., 2010;. EIGENBROD et al., 2009;. CHARRY E JONES, 2009; FAHRIG E RYTWINSKI, 2009).

### 3.1.2.3 Componentes do Meio Socioeconômico

#### i. Infraestrutura Física e Social

Principalmente durante a fase de implantação das obras rodoviárias ocorrem-se interferências nas redes públicas de infraestrutura como o sistema de abastecimento de água e esgoto, transmissão de energia elétrica e telefonia, mobiliário urbano, dentre outros. Tais relocações podem ocorrer em virtude de desapropriação de áreas ou a relocação desses elementos. Na etapa de operação das rodovias, os impactos apodem atingir o entorno próximo de áreas urbanas, podendo interferir em planos de expansão urbana, redes de utilidades públicas, por exemplo.

#### ii. Atividades Econômicas

Após a implantação de uma obra rodoviária, em nível de área de influência indireta do empreendimento, as atividades econômicas sofrem influência em decorrência da modificação do padrão viário, como a redução nos tempos de transportes e custos operacionais, alterações de padrão de acessibilidade, e também o aumento da atratividade para a instalação de atividades econômicas. Além disso, as atividades agropecuárias serão afetadas em decorrência da desapropriação de áreas para realização do empreendimento, significando perda de áreas cultiváveis.

#### iii. Estrutura Urbana

Em nível de área de influência indireta do empreendimento, a estrutura urbana pode ser impactada de modo local e regional. Para o contexto local, como em obras de duplicação, por exemplo, citam-se a novas definições eixos coletores do tráfego transversal, que estão em locais que sofrem processo de urbanização ou já estão urbanizados. Incluem-se dois aspectos nessa circunstância, sendo o primeiro em áreas de expansão pela fragmentação do

tecido urbano, e o segundo, o próprio eixo da rodovia como fator motivador a expansão e futura funcionalidade das cidades circunvizinhas.

No nível regional, a influência da alteração nos padrões de uso e ocupação solo, devido a processos de formação de manchas urbanas e adensamento de áreas já ocupadas são os principais impactos da estrutura urbana a médio e longo prazo.

#### iv. Qualidade de Vida

Sobre a qualidade de vida os impactos são difusos e diversos, na área de intervenção do empreendimento pode-se mencionar o aumento de ruídos temporário devido às atividades construtivas e as desapropriações, para esta última, sendo agravada quando há relocação de famílias que vivem lindeiras ou próximas a rodovia. Para a área de influência indireta, destaca-se o ganho de acessibilidade, aqueles relacionados à redução de acidentes e qualidade vinculada ao bem-estar ao trafegar pela pista.

#### v. Patrimônio Histórico, Cultural e Arqueológico

No local onde se ocorre as intervenções pode haver elementos considerados de interesse para os órgãos relacionados ao patrimônio histórico e cultural, consistindo em sítios arqueológicos provenientes de povoados que habitavam o local, bem como cemitérios antigos. O grau de susceptibilidade de ocorrência verificado por meio de prospecções arqueológicas, e também pela verificação de registros bibliográficos.

#### vi. Finanças Públicas

Em decorrência da instalação do empreendimento as finanças públicas pode ser afetadas em nível regional e estadual pela alteração da atratividade econômica, aumentando a arrecadação. Em níveis locais e municipais ela pode ser mais intensa, a médio e longo prazo, uma vez que a indução de adensamento e ocupação pode atrair novas atividades econômicas, alterando o processo de valoração imobiliária.

De acordo com Blanco e Flindell (2011) o aumento do ruído devido ao tráfego de veículos sobre a rodovia influencia o preço de terrenos em áreas urbanas e rurais.

### 3.1.3 Impactos Ambientais Potencialmente Decorrentes

No setor de transportes, por exemplo, as estradas e outras obras de infraestrutura de transportes têm sido conhecidas por afetar seriamente os ecossistemas nas proximidades direta e indiretamente ao empreendimento, de várias formas diferentes, incluindo a desmatamento e pequenas alterações no regime hidrológico local resultante da construção de uma estrada em particular, além do aumento dos níveis de ruído, poluição do ar e contaminação da água resultante do uso da pista de rolamento (COFFIN, 2007).

As funções do solo e do habitat de área natural podem ser perderam completamente onde as superfícies são seladas; ou ser perdida parcialmente nas áreas de faixa de domínio da rodovia. Estas áreas são frequentemente afetadas pelo adicional da construção e por efeitos de difusão, tais como o ruído ou substância emitidas na atmosfera. Na literatura, a zona sobre a qual há significativo efeito ecológico e que se estendem para margem próxima de uma rodovia é chamada de "zona de efeito da estrada" (FORMAN E DEBLINGER, 2000).

A Resolução CONAMA nº 01:1986 em seu Artigo 1º, defini impacto ambiental como "qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; a qualidade dos recursos ambientais".

Sánchez (2003) apresenta nos Quadros 1, 2 e 3 uma lista de impactos ambientais que podem ocorrer para os diversos ciclos de vida de um empreendimento rodoviário.

<b>Componentes Ambientais ou Aspectos Ambientais</b>	<b>Impactos Ambientais</b>
Recursos Hídricos Superficiais	Aumento da Turbidez de Cursos d'água
	Assoreamento de Cursos d'água
	Alterações no Regime Fluviométrico de Cursos d'água
	Alteração do Risco de Contaminação
Recursos Hídricos Subterrâneos	Rebaixamento Localizado do Lençol Freático
	Alteração do Risco de Contaminação do Lençol Freático
Impactos no Solo	Alteração do Relevo, Instabilização de Encostas e Aumento da Susceptibilidade à Erosão
	Impermeabilização do Solo
	Alteração do Risco de Contaminação do Solo
Impactos no Ar	Impactos de Qualidade do Ar Durante a Construção
	Alterações na Qualidade do Ar pela Variação no Volume de Poluentes de Combustão de Fonte Móvel Durante a Operação

**Quadro 1 – Impactos ambientais potencialmente decorrentes do meio físico.**  
**Fonte - Adaptado de Sánchez (2003).**

<b>Componentes Ambientais ou Aspectos Ambientais</b>	<b>Impactos Ambientais</b>
Impactos na Vegetação	Supressão de Vegetação na Faixa de Domínio e em Áreas de Apoio
	Supressão de Vegetação Ciliar e Aquática em Trechos de Jusante de Cursos d'água a serem Transpostos
	Aumento do Risco de Fogo
Impactos na Fauna	Afugentamento de Fauna e Aumento dos Riscos de Atropelamento
	Impactos na Ictiofauna

**Quadro 2 - Impactos ambientais potencialmente decorrentes do meio biótico.**  
**Fonte – Adaptado de Sánchez (2003).**

<b>Componentes Ambientais ou Aspectos Ambientais</b>	<b>Impactos Ambientais</b>
Infraestrutura Física e Social	Uso, Interrupção ou Remanejamento Temporário de Vias Locais de Circulação
	Melhorias da Pista Existente nos Trechos a Duplicar
	Remoção ou Relocação de Redes de Utilidades Públicas ou Interferências Similares
	Interferência com Planos de Expansão de Utilidades Públicas
	Demandas Adicionais sobre a Infraestrutura Social Local Durante a Construção
Impactos nas Atividades Econômicas	Geração de Emprego Durante a Implantação do Empreendimento
	Geração de emprego durante a operação do Empreendimento
	Melhoria no padrão de acessibilidade de atividades comerciais / industriais instaladas na AII
	Aumento do grau de atratividade para a instalação de atividades comerciais / industriais na AID
	Impacto nos Níveis de Investimento Privado
	Redução dos custos de transportes de carga
	Perda de Áreas Cultiváveis
Impactos na Estrutura Urbana	Aceleração do processo de adensamento em setores urbanizados ou em vias de urbanização a serem beneficiados com melhoria do padrão de acessibilidade
	Valorização imobiliária em nível local
	Indução do Desenvolvimento e Expansão Urbana dos Municípios da AII
	Ampliação da Barreira Física formada pela Rodovia
	Modificação do Padrão de Uso do Solo nas Faixas Lindeiras à Rodovia
Impactos na Qualidade de Vida da População da AII	Aumento nos Níveis de Ruído Durante a Implantação do Empreendimento
	Aumento nos Níveis de Ruído Durante a Operação do Empreendimento
	Interrupções e/ou Interferências no Tráfego durante a Implantação do Empreendimento
	Alterações na paisagem
	Diminuição dos tempos de viagem dos passageiros que utilizarão o Empreendimento
	Redução de acidentes
	Ordenamento dos acessos à pista
	Risco de Acidentes de Trabalho durante a Implantação e Operação da Rodovia
Finanças Públicas	Impactos nas receitas fiscais

**Quadro 3 - Impactos ambientais potencialmente decorrentes do meio socioeconômico.  
Fonte - Adaptado de Sánchez (2003).**

### 3.1.4 Supervisão Ambiental

De acordo com Costa (2010) a supervisão consiste num arcabouço métodos e procedimentos a respeito de uma atividade ou serviço com a função de otimizá-la em termos de redução de custos, aumento da qualidade e respeito ao meio ambiente. Para rodovias, a supervisão acompanha e monitora o período de obras com o objeto de identificar de forma antecipada potenciais impactos decorrentes das atividades construtivas, visando sanar deficiências por meio da prevenção e orientação quanto a implementação de ações, programas e planos socioambientais.

Para Sánchez (2013) a supervisão ambiental tem por objetivo checar o cumprimento de exigências legais e contratuais por parte de quaisquer contratados para realizar a implantação, operação ou desativação de um empreendimento, sendo que essa atividade deve se realizada de forma contínua e periódica.

Conforme o manual de especificação técnica rodoviária emitido pelo Departamento de Estradas e Rodagem DER/SP é definida a supervisão ambiental como serviço de acompanhamento da execução de obras voltados para verificar o cumprimento dos requisitos ambientais definidos na legislação ambiental, em especificações de serviços emitidas por órgãos, no estudo ambiental associado a etapa de instalação sendo o Programa de Controle Ambiental (PCA), e no próprio licenciamento ambiental e suas condicionantes (SÃO PAULO, 2007).

O manual de supervisão ambiental de obras rodoviárias proposto por São Paulo (2007) em autoria do Departamento de Estradas e Rodagens DER/SP propõem diretrizes. As seguintes atividades são de abrangência dos serviços de supervisão ambiental: 1- estabelecer a estratégia de supervisão ambiental do empreendimento e detalhar o planejamento das atividades considerando as peculiaridades das obras a serem executadas e as características socioambientais da região afetada; 2 - acompanhar e orientar a obtenção e atualização das licenças ambientais e autorizações específicas, bem como o atendimento das exigências, das recomendações e dos programas ambientais associados aos serviços de construção; 3 - realizar vistorias técnicas para acompanhamento dos serviços de construção e registro

de ocorrências ambientais, assim como comunicar as ocorrências aos órgãos ambientais responsáveis pela coordenação do sistema de gestão ambiental a emissão de comunicação de não conformidades e notificações ambientais; 4 - participar de reuniões técnicas com a fiscalização do órgão ambiental, a supervisora de obras e a construtora para planejamento das atividades de obra e apoio à solução de situações que envolvam impactos ambientais não previstos e não conformidades ambientais; 5 - elaborar relatório mensal de supervisão ambiental, relatório periódico de supervisão ambiental na periodicidade definida pelos órgãos ambiental e do relatório ambiental de conclusão de obra.

A Figura 1 apresenta o fluxograma do processo de abertura até o fechamento de uma não conformidade ambiental.

Componente do plano de gestão ambiental (PGA) rodoviário a supervisão ambiental apresenta-se como instrumento de gestão responsável pelo gerenciamento das obras. Durante todas as fases do empreendimento, concepção, projeto, instalação e operação, o PGA tem por objetivo estabelecer e implementar um conjunto de diretrizes, critérios e procedimentos com foco no controle ambiental das atividades com potencial de causar degradação ambiental (COSTA, 2010).

De acordo com Vicentini (1999), a supervisão ambiental tem como fundamento checar a implementação de ações com relação a diretrizes e procedimentos, por parte das construtoras, descritos nos estudos e projetos ambientais que visam o controle ambiental principalmente durante a etapa de obras, evitando passivos ambientais. Incluindo que, podem-se identificar ocorrências ambientais das quais não podem ser previstas na fase de projeto, devido ao seu local de ocorrência e magnitude.

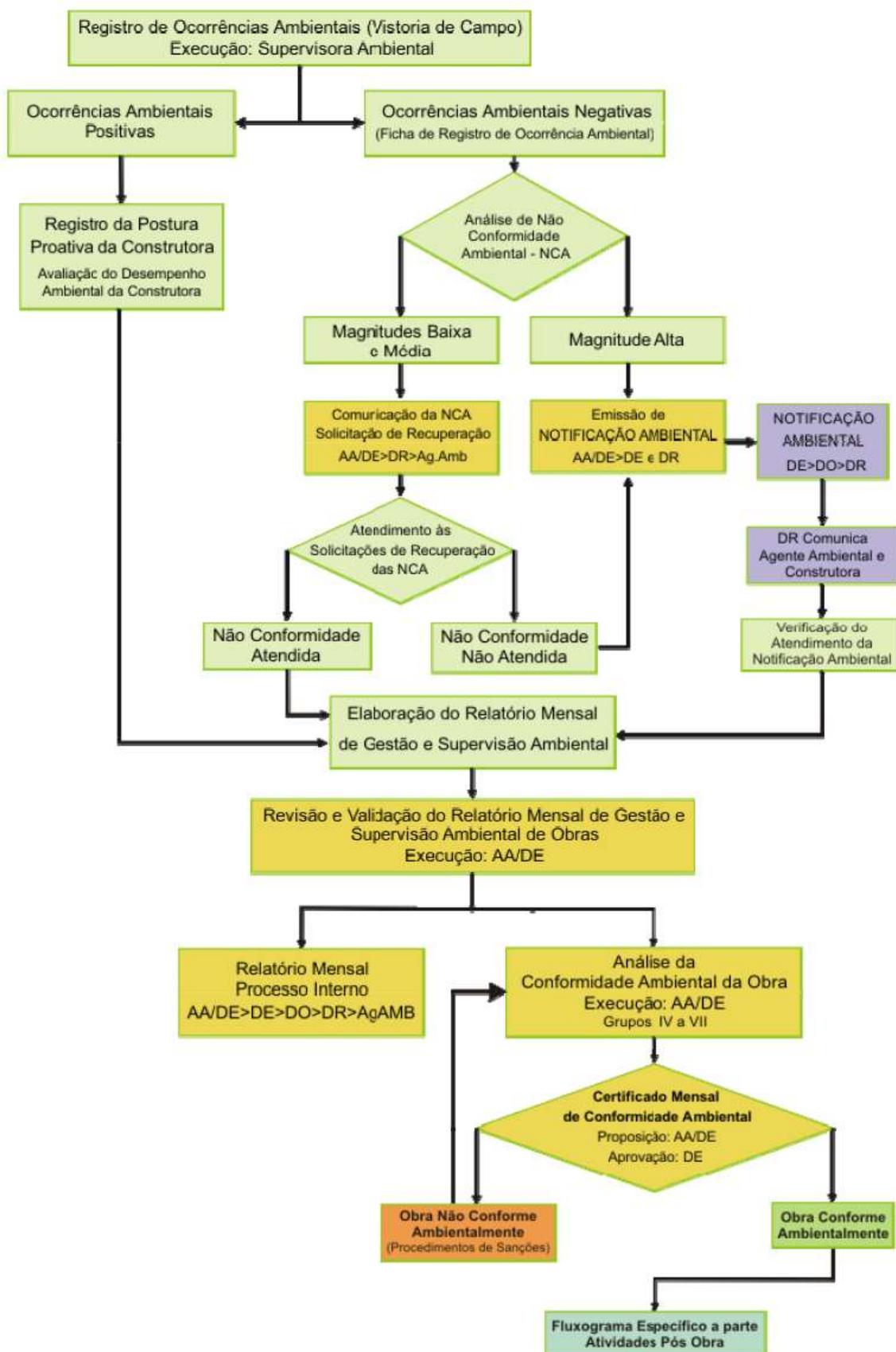


Figura 1 – Fluxograma de ocorrência ambiental.  
Fonte: São Paulo (2007).

### 3.1.5 Indicadores de Desempenho Ambiental

Nós últimos anos, a sustentabilidade ambiental tem sido analisada com mais intensidade na indústria da construção civil. Ainda é difícil para os arquitetos incorporar a sustentabilidade em seu trabalho, sem métodos práticos. A fase de concepção de uma rodovia é fundamental no ciclo de vida para integrar a sustentabilidade em projetos de construção. Avaliação do desempenho sustentável de projetos pode ser uma iniciativa para alcançar o desenvolvimento sustentável (CHANG; TSAI, 2015).

Indicadores de desempenho ambiental vão além dos conceitos tradicionais de desenvolvimento tachado por muitas indústrias. Diferentes setores da economia desenvolvem indicadores adicionais específicos que refletem características individuais de atividades da indústria (WELFORD et al., 2007;. GALLEGO, 2006).

Welford et al. (2007), em seu estudo, definiu 15 indicadores em Hong Kong relacionados com responsabilidade social corporativa, para que 491 stakeholders, divididos em 182 empresários, 34 investidores, 34 professores universitários, 32 do setor de mídia, 56 de ONG's ambientais, 93 de ONG's sociais e 24 classificados como outros, pudesse mensurar a importância das variáveis, entre uma escala de 3 a -3, em que 3 indica vital e -3 totalmente insignificante. As variáveis priorizadas foram meio ambiente com peso de 2,15, seguido de saúde e segurança com 2,09, governança com 1,94, gestão de recursos humanos com 1,84 e corrupção com 1,84.

Gallego (2006) avaliou 9 grandes empresas espanholas de diferentes setores da economia com relação a responsabilidade social corporativa. Para isso, verificou de forma empírica como estas organizações apresentam as suas condições econômicas, sociais e ambientais, com a utilização dos indicadores propostos pela *Global Reporting Initiative (GRI)*, que é uma organização internacional independente que auxilia empresas em todo planeta. Para verificar a utilização dos indicadores pelas incorporações, foram analisados relatórios anuais e materiais disponíveis nos sites das empresas. Gallego observou que as questões relacionadas com práticas de bom trabalho, estratégia de gestão, a não discriminação, a liberdade, o trabalho infantil e trabalho forçado, bem como indicadores relacionados com energia, água,

biodiversidade, emissões atmosféricas e resíduos sólidos foram assuntos mais tratados em todas as organizações.

Azapagic (2004) propôs 129 indicadores, sendo 60 os ambientais, 24 econômicos, e 25 sociais para atividades de mineração de grande porte. Os indicadores ambientais foram divididos em 16 categorias – materiais, energia, água, biodiversidade, emissões, efluentes, resíduos, fornecedores, produtos/serviços, conformidade, transporte, fontes minerais, uso do solo, encerramento/reabilitação, incomodo e contratos. As 11 primeiras categorias de indicadores ambientais coincidem com os propostos *Global Reporting Initiative (GRI)*, e os 5 últimos são adicionais ao GRI. Essa organização possibilita a comparação da metodologia proposta por Azapagic com a GRI.

Oswald e McNeil (2010) utilizou AHP para priorizar 37 indicadores sustentáveis com relação a *Sustainable Corridor Rating System (SCRS)*, que é o Sistema de Classificação para Corredores Urbanos Sustentáveis. A hierarquia foi dividida em três níveis, sendo o objetivo o SCRS, os critérios - quatro créditos relacionados ao uso da terra, infraestrutura, construções e inovações em design, e os subcritérios com relação aos subcréditos. Os questionários foram aplicados a sete profissionais do transporte da *Metropolitan Planning Organizations (MPO)* e *Department of Transportation (DOT)* ambos dos Estados Unidos. Os maiores pesos globais foram 1,00 para habitação e proximidade profissional, 0,85 para diversidades de uso e 0,75 para localização inteligente.

Yuan (2013) propôs 30 indicadores de desempenho com papel fundamental sobre gerenciamento de resíduos de construção e demolição civil, divididos em quatro categorias – geração de resíduos de construção e demolição, desempenho econômica, desempenho ambiental e desempenho social. Na primeira categoria listam-se indicadores com relação à mudança de projeto, projeto considerando a redução de resíduos, investimento em gestão de resíduos, espaço do local destinado a gestão de resíduos, entre outros. Na segunda categoria, apresentam-se indicadores sobre o custo do reuso e reciclagem de resíduos, custo da segregação e destinação dos resíduos, arrecadação proveniente da venda de resíduos, entre outros. Na terceira categoria, retrata-se indicadores sobre poluição das águas e ar, geração de ruído, uso de área para aterro de resíduos, entre outros. Na quarta categoria,

apresentam-se indicadores sobre condições físicas do trabalho, saúde dos operários que manuseiam os resíduos, entre outros.

É encontrado a partir de revisão da literatura um grande número de artigos que fala sobre indicadores que são desenvolvidos para sustentabilidade de setores individuais da economia. Mas a efetividade dos indicadores e seu real impacto no meio ambiente são menos estudados, sendo esse desempenho sustentável em muitas vezes não sendo fácil de mensurar (CHANG; TSAI, 2015).

Indicadores de desempenho ambiental ajudam tomadores de decisão avaliar o desempenho ambiental e reduz a vasta quantidade de dados ambientais de uma organização, possibilitando entendimentos claros a respeito do objetivo ambiental (HOURNEAUX et al. , 2014).

O desempenho ambiental de uma organização pode ser avaliados de acordo com dois tipos de classificação de acordo com a NBR ISO 14031:2015 – Gestão ambiental – diretrizes de avaliação de desempenho ambiental. Os indicadores de desempenho gerencial (IDG) podem fornecer informações sobre como os esforços da gestão podem influenciar o desempenho ambiental da organização, e o indicador de desempenho operacional (IDO) fornece informações sobre o desempenho ambiental das operações práticas da organização (TAM et al., 2006; ABNT, 2015).

Tam et al. (2006) realizou uma pesquisa em Hong Kong sobre ponderação de 9 indicadores de desempenho ambiental, divididos em três categorias – conformidade legal, auditoria e consumo de recursos naturais, por meio da aplicação de questionário e algumas entrevistas, para profissionais envolvidos no ramo da construção civil divididos em 5 categorias – órgãos governamentais, consultores de construção, empreiteiras de grande porte, empreiteiras de médio porte e subempreiteiras. A escala de ponderação foi de -3 a 3, em que -3 significa menos importante e 3 extremamente importante. Tornando a escala relativa os indicadores de maior importância foram multas e penalidades com 0,736, notificação de órgãos com 0,73 e registro de não conformidades com 0,708. Ressalta-se que esses três indicadores pertencem ao grupo de conformidade legal.

A maioria dos estudos que abordam indicadores de desempenho ambiental trabalha com a fase operacional para medir o desempenho

ambiental, tais como de materiais e consumo de energia (VELEVA E ELLENBECKER, 2001; SINGH et al., 2007; LUNDBERG et al, 2009;. MCBRIDE et al, 2011; SHEN et al, 2011). Os principais indicadores tais como os de design sustentável podem ser utilizados na fase de concepção para medir as considerações e incorporações sustentáveis do projeto. Durante a fase de obras, esses indicadores podem ser substituídos por indicadores operacionais e fornecer o desempenho ambiental dos materiais e energia utilizada (URBONAS, 2000).

Veleva e Ellenbecker (2001) desenvolveu uma metodologia para avaliar qualquer tipo de empresa, propondo 22 indicadores de produção sustentável divididos em básicos e complementares, bem como um detalhado roteiro, contendo 8 passos, para sua correta aplicação.

Singh et al. (2007) apresentou um método AHP para determinar os componentes do índice de desenvolvimento sustentável (IDS) para industriais, levando em consideração aspectos ambientais, sociais e econômicos. O objetivo do AHP foi o IDS, os critérios foram os três aspectos mencionados incluindo organização governamental e aspectos técnicos. Foi aplicado questionário para 15 pessoas envolvidas com indústria do aço. Os aspectos econômicos apresentou a maior ponderação com 7,6, seguido aspectos ambientais com 2,9 e, e aspectos sociais com 2,8.

Lundberg et al. (2009) criou uma estrutura metodológica para avaliar o desempenho ambiental em órgãos públicos, da qual foi aplicado no estudo de caso na administração de trens na Suíça.

Mcbride et al. (2011) desenvolveu 19 indicadores para avaliar a sustentabilidade ambiental em sistemas de bioenergia, divididos em 6 grupos – qualidade do solo, qualidade e quantidade de água, gases de efeito estufa, biodiversidade, qualidade do ar e produtividade. Teve-se como base o conhecimento existente dos autores e em programas nacionais e internacionais que procuram formas de avaliar a bioenergia sustentável. A importância de cada indicador proposto é idêntica.

A partir de revisão da literatura a respeito de indicadores de desempenho ambiental para projetos de infraestrutura, Shen et al. (2011) listou-os e utilizou a lógica Fuzzy para determinar os principais face aos aspectos ambientais, sociais e econômicos. Apesar dos indicadores serem

utilizados para estudo de caso no contexto Chinês, eles podem ser utilizados em outros pais para projetos de infraestrutura.

Para implantar diretrizes sustentáveis em projetos reais, necessita-se pré-estabelecer variáveis a respeito de práticas ecológicas e determinar parâmetros apropriados. para facilitar a mensuração do ganho ambiental (HARTMUTH et al., 2008). Tsai and Chang (2012) estabeleceu uma lista de 60 itens de requisitos para estradas sustentáveis, conforme o Quadro 4 a seguir. Há 45 itens sobre práticas operacionais e 15 a respeito da utilização de materiais, classificados em 14 grupos tais como geometria e alinhamento, terraplanagem, pavimentação, drenagem, energias renováveis, entre outros. Esta tabela pode ser considerada como completa sobre sustentabilidade, sendo os itens derivados de revisão da literatura, projetos de construção de rodovias e entrevistas com profissionais da área, consistindo em práticas ou medidas que podem ser adotadas para reduzir o impacto ambiental dos projetos de construção sustentáveis (TRB, 2004; ANDERSON E MUENCH, 2013).

<b>1. Geometria e Alinhamento</b>	4.4. Trincheiras de infiltração ou bacias de captura	7.8. Lagoa ecológica	10.9. Concreto leve
1.1. Redução do volume ou peso	4.5. Retenção de sedimentos	7.9. Conectividade de Habitat	10.10. Aço
1.2. Curvas suaves	4.6. Materiais regionais	7.10. Ambiente poroso biológico	11. Isolamento Acústico
1.3. Encostas suaves	<b>5. Estruturas de Contenção</b>	7.11. Redução em instalações de paisagismo	11.1. Redução do volume e peso
<b>2. Terraplanagem</b>	5.1. Redução do volume e peso	7.12. Pontes altas	11.2. Barreira viva
2.1. Balanço de terraplanagem	5.2. Vegetação	<b>8. Meios de Transporte</b>	12. Túneis
2.2. Escavação mínima e preenchimento	5.3. Estruturas com britas e pequenas contenções	8.1. Redução do volume e peso	12.1. Redução do volume e peso
2.3. Reciclagem do solo superficial	6. Proteção de Encostas	8.2. Polos multifuncionais	<b>12.2. Vegetação</b>
2.4. Reutilização de resíduos	6.1. Vegetação	<b>9. Manutenção de transporte</b>	12.3. Redução de instalações de ventilação
<b>3. Pavimentação</b>	6.2. Reforço de encostas	9.1. Redução de alteração de caminhos	12.4. Reuso de resíduos
3.1. Redução do volume e peso	6.3. Reutilização de resíduos	10. Pontes	12.5. Materiais de fibra
3.2. Materiais permeáveis	<b>7. Paisagem e Ecologia</b>	10.1. Redução do volume e peso	13. Instalações elétricas e mecânicas
3.3. Materiais reciclados	7.1. Evitar uso de áreas de preservação	10.2. Pontes de longo alcance	13.1. Redução de instalações de controle de transportes
3.4. Materiais que reduzem ruído	7.2. Substituir cortes e aterros por pontes ou tuneis	<b>10.3. Tecnologias na pré-fabricação</b>	14. Iluminação
3.5. Materiais de fibra	7.3. Árvores nativas	10.4. Pontes provisórias para construção	14.1. Redução de equipamentos de iluminação
<b>4. Drenagem</b>	7.4. Transplante de árvores ameaçadas	10.5. Estruturas ocas	<b>14.2. Energias renováveis</b>
4.1. Redução do escoamento	7.5. Vegetação	10.6. Resistência dos materiais	14.3. Iluminação refletiva
4.2. Vegetação ou valas de cascalho	7.6. Reciclagem do solo superficial	10.7. Concreto de alta resistência	
4.3. Captação de água da chuva	7.7. Passagens de fauna	10.8. Concreto armado	

**Quadro 4 – Itens para projeto de rodovias sustentáveis.**  
**Fonte: Tsai and Chang (2012).**

## 4 METODOLOGIA

### 4.1 MÉTODO AHP – ANALYTIC HIERARCHY PROCESS

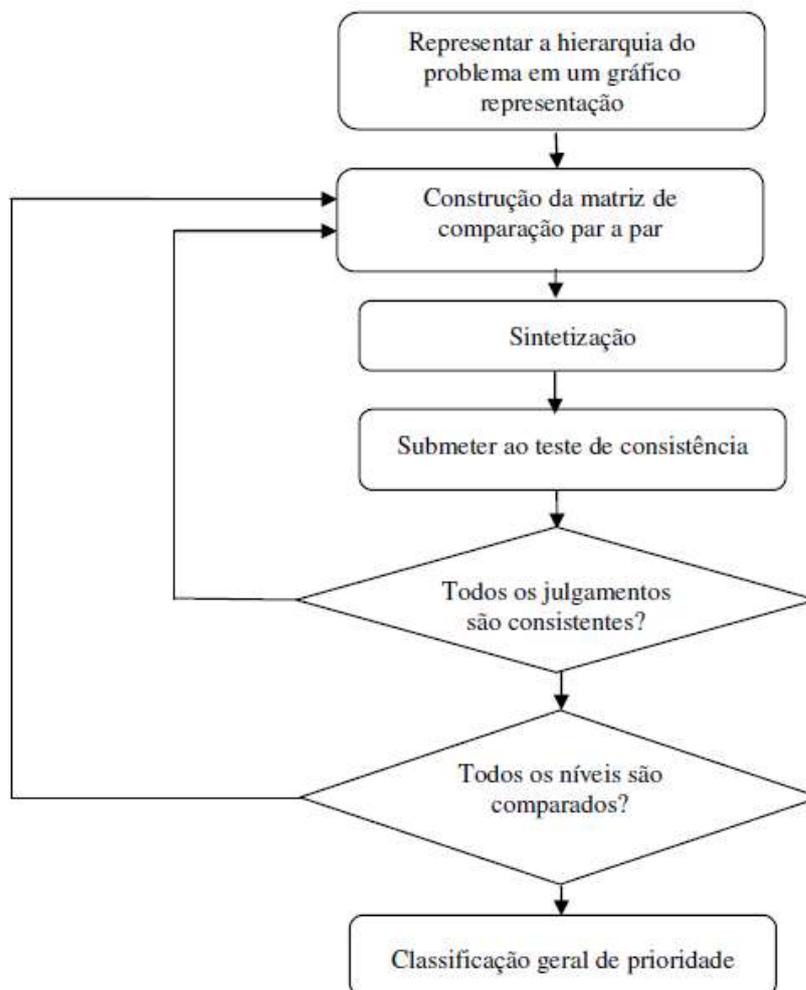
O método AHP é um instrumento de apoio à tomada de decisão, que visa fornecer ao decisor, informações relevantes para auxiliá-lo na escolha da melhor alternativa, ou para classificar um conjunto de alternativas. Soluciona situações de tomadas de decisão que apresentam dois ou mais critérios a serem considerados (VEISI; LIAGHATI; ALIPOUR, 2016).

Foi na década de 1970 que Thomas Saaty desenvolveu o método AHP. Neste mesmo período, a intensificação dos de seus estudos e conclusões, possibilitou a medição de variáveis tanto qualitativas quanto quantitativas, seja tangíveis ou intangíveis (SAATY, 1977, 1980, 1986, 1991). A partir disso, houve a possibilidade de trabalhar com rede e hierarquias, escalas de proporção para julgamento, comparações equivalentes de critérios e alternativas de decisão, consistência e homogeneidade nos julgamentos, prioridades e ordenamento de alternativas (SAATY, 1994)

Russo e Camanho (2015) definiram AHP como sendo uma rede de critérios que se relacionam entre si, em que estão vinculadas as opções para um determinado objetivo. Os avaliadores, que são denominados decisor, avaliam os critérios a fim de estabelecer pesos globais e locais. Os pesos são dados a todas as opções dos critérios e subcritérios, o que possibilita obter pontuações parciais e finais, e em decorrência disto, a priorização entre elas.

Segundo Kulakowski (2015) é possível agrupar os métodos para obtenção de pesos em quatro categorias: 1 – Método baseado em ordenação de critérios; 2 – Método em escala de pontos; 3 – Método em distribuição de pontos e; 4 – Método de comparação de critérios par a par.

Dalal, Mohapatra e Mitra (2010) apresenta o seguinte fluxograma na Figura 2 para o método processo de hierarquia analítica.



**Figura 2 – Fluxograma AHP.**  
 Fonte: Adaptado Dalal, Moohapatra e Mitra (2010).

O fluxograma apresenta a contextualização geral do método de processo hierárquico analítico, iniciando pela representação do problema, seguido da construção da matriz e análise de consistência, até a classificação geral das prioridades. Ressalta-se que se durante o julgamento não houver consistência, as matrizes devem ser revistas.

Segundo Singh e Nachtnebel (2016) o processo genérico de utilização do AHP é formado por cinco etapas:

- Definir o problema e a estrutura hierárquica.
- Construir matrizes de prioridade.
- Obter as matrizes de prioridades relativas.
- Checar as consistências das matrizes.
- Decidir as prioridades.

#### 4.1.1 Definição do Problema e a Estrutura Hierárquica

A estruturação hierárquica de uma problema relativo à tomada de decisão, é uma maneira inteligente de identificar os seus principais componentes, sendo que não há apenas uma forma de construção hierárquica para cada problema. Quando hierarquias são projetadas para refletir prováveis cenários ambientais, objetivos corporativos, alternativas atuais e propostas de produtos/serviços/mercados, o AHP pode fornecer uma estrutura e metodologia para a determinação de uma série de decisões-chave (SAATY, 2005).

Saaty (1991) apresentou em seu estudo quatro vantagens de se trabalhar com representação hierárquica:

(1) pode ser usada para apontar como as modificações em prioridades em níveis mais altos afetam as prioridades nos níveis mais baixos;

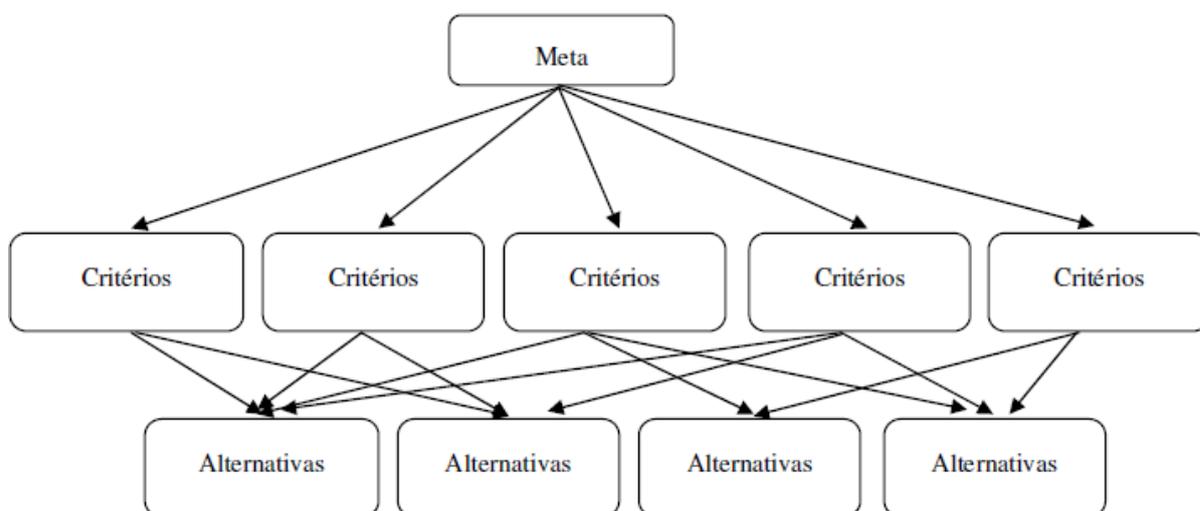
(2) o grande detalhe de informações sobre estrutura e funções nos níveis mais baixos, permite uma visão geral de atores e de seus propósitos em níveis mais altos;

(3) sistemas naturais elaborados por meio de construção modular e montagem final de módulos são melhores desenvolvidos do que aqueles elaborados de forma geral; e

(4) sistemas hierarquizados são estáveis – porque pequenas modificações têm efeitos pequenos, e flexíveis – porque adições a boas estruturas hierárquicas não perturbam o desempenho como um todo.

Deve-se ter o máximo de cuidado no processo de construção das estruturas hierárquicas, pois estruturas diferentes da realidade pode levar a uma classificação final diferente. Ressaltam-se ainda estruturas com critérios com grande número de subcritérios tendem a receber mais peso do que quando eles são menos detalhadas (ISHIZAKA; LABID, 2011).

A Figura 3 apresenta um modelo de estrutura hierárquica do método AHP.



**Figura 3 – Estrutura Hierárquica do AHP**  
**Fonte: Dalal, Moohapatra e Mitra (2010).**

. De acordo com Dalal, Mohapatra e Mitra (2010), as alternativas ficam alocadas na base da estrutura hierárquica, e os critérios e subcritérios ficam acima das alternativas. Dessa forma, os critérios direcionam o julgamento das alternativas disponíveis que têm por objetivo atingir a meta proposta.

#### 4.1.2 Comparação dos Pares e a Matriz de Escala

Conforme Saaty (1987) as comparações paritárias são de fundamental importância para o processo de tomada de decisão por meio da ferramenta AHP, devendo ser estabelecidos os principais critérios de julgamento destes pares e qual a sua importância nessas comparações, em que a representação do julgamento serão dadas em uma escala fundamental e organizada por uma matriz de ordem  $n$ .

O método AHP de tomada de decisão multicritério é baseado em comparações paritárias para os elementos de uma mesma hierarquia. O problema é decomposto em uma estrutura de mesma hierarquia, possibilitando o tomador de decisão dar a sua contribuição devido ao seu conhecimento e experiências em avaliações (SUEYOSHI; SHANG; CHIANG, 2009).

Embora que o método AHP preze pela menor inconsistência oriunda da tomada de decisão par a par, esta não precisa ser perfeitamente consistente. Sendo que, em comparações paritárias é natural o processo de incorporação de inconsistências no processo de tomada de decisão. De outra maneira, nestas

comparações entre pares é empregado um processo natural de julgamento entre as características de cada elemento (BERNASCONI; CHOIRAT; SERI, 2014).

Conforme Saaty, a formação da matriz de comparação é dada por:

$$a_{ij} > 0 \quad \text{para } i = 1, 2, \dots, n \quad j = 1, 2, \dots, n$$

$$a_{ji} = \frac{1}{a_{ij}} \quad \text{para } i = 1, 2, \dots, n \quad j = 1, 2, \dots, n$$

Os elementos acima da diagonal principal, representados por  $a_{ij}$ , são formados pelos julgamentos paritários com a escala de 1 a 9 e os elementos abaixo da diagonal principal são representados por  $a_{ji}$  apurado por  $1/a_{ij}$ .

#### 4.1.3 Escala de Julgamentos

Conforme apresentado no estudo de Ishizaka e Labib (2011), o método AHP tem como ponto forte a avaliação de julgamento por meio de escala de preferência, seja para utilização de critérios qualitativos como quantitativos. Esta escala pode ser representada numericamente, verbalmente ou graficamente.

Para Bernasconi, Choirat e Seri (2014) tais julgamentos devem ser quantificados por pares de critérios,  $I_i$  e  $I_j$ , com representação de uma matriz  $n \times n$ , sendo está quadrática com comparações paritária um a um. As matrizes são positivas e recíprocas, os elementos abaixo da diagonal principal são função recíproca dos elementos acima desta diagonal Dessa forma, sendo  $a_{ij} > 0$ ,  $a_{ji}$  será =  $1/a_{ij}$ .

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

Segundo Bernasconi, Choirat e Seri (2014), as matrizes de julgamento que os elementos  $a_{ij}$  representam um número que indica a importância de  $I_i$  quando

comparado com  $l_j$ , tais condições devem ser satisfeitas: Regra 01 – Se  $a_{ij} = \alpha$ , então  $a_{ji} = 1/\alpha$ ,  $\alpha \neq 0$ ; Regra 02 – Se  $l_i$  é julgado como de igual importância a  $l_j$  então  $a_{ij} = 1$ . E, em particular,  $a_{ii} = 1$  para todo  $i$ .

De acordo com Saaty (1987) a comparação par a par é realizada conforme os pesos da escala de julgamento determinadas a cada critério ou subcritério, conforme o Quadro 5.

Intensidade de Importância	Definição	Explicação
1	Mesma importância	As duas atividades contribuem igualmente para o objetivo
3	Importância moderada de um sobre o outro	A experiência e o julgamento favorecem levemente uma atividade em relação à outra
5	Importância forte ou essencial	A experiência e o julgamento favorecem fortemente uma atividade em relação à outra
7	Importância muito forte	Uma atividade é muito fortemente favorecida e seu domínio é demonstrado na prática
9	Extrema importância	A evidência favorece uma atividade sobre a outra, sendo da mais alta ordem de afirmação
2, 4, 6, 8	Valores intermediários entre dois julgamentos adjacentes	Quando se procura uma condição entre duas definições

**Quadro 5 – Escala de intensidade de importância.**  
**Fonte: Adaptado de Saaty (1987, 1991).**

#### 4.1.4 Normalização

Conforme descrito por Saaty (1991) o próximo passo da método AHP consiste na normalização da matriz prioridades, a partir do cálculo relativo dos pesos de cada elemento da matriz em função ao somatório da coluna a qual pertence. Segundo Bernasconi, Choirat e Seri (2014) é neste processo que calcula-se o autovetor, que após a normalização se torna o vetor prioridades

A matriz resultante do processo de normalização será assim definida (BERNASCONI; CHOIRAT; SERI, 2014):

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

Bernasconi, Choirat e Seri (2014) define o próximo passo em obter as Prioridades Médias Locais (PML) ou cálculo do peso relativo de cada alternativa,

definindo a relevância de cada alternativa. Este peso relativo será calculado pela média aritmética de cada linha, conforme a seguir:

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

Posteriormente ao cálculo do PML calcula-se a apuração da Prioridade Global (PG), pois o objetivo é identificar um vetor associado a prioridade de cada alternativa com o objetivo global em questão. Esse cálculo combina as PML's no vetor de prioridades global (PG), conforme a seguir (BERNASCONI; CHOIRAT; SERI, 2014):

$$C = [C_d] \quad \text{para } 1 \leq d \leq n \quad \text{onde} \quad \sum_{t=1}^{nt} W_t \cdot \prod_{l=1}^{nl-1} W_l$$

#### 4.1.5 Consistência das Prioridades

Segundo as considerações de Saaty (1991), em que  $A = (a_{ij})$  uma matriz  $n \times n$  de elementos positivos,  $a_{ij} = 1/a_{ji}$ , será consistente somente se,  $\lambda_{\max} = n$ . Ou seja, os valores de  $a_{ij}$ , em razão de terem sido obtidos por meio de julgamentos subjetivos, podem não estar embasados em medidas exatas.

Forman (2001) diz que a consistência de uma matriz de comparação par a par é influenciada pelos seguintes aspectos: 1 - Homogeneidade dos elementos de um grupo; 2 - Número de elementos do grupo. Através de resultados de experimentos psicológicos, um indivíduo não pode comparar simultaneamente mais de sete objetos (mais ou menos dois) sem se tornar cada vez mais inconsistente; 3 - Conhecimento do especialista a respeito do problema em estudo; e 4 - Ambiente da situação de decisão.

A consistência no julgamentos é calculada por Saaty (1987), conforme a expressão a seguir:

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

Em que,

IC = índice de consistência,

N = dimensão da matriz,

$\lambda_{\max}$  = autovalor máximo.

Calcula-se a razão de consistência (RC) para validar os valores ou escalas de prioridades, conforme a razão a seguir (SAATY, 1987):

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

Em que,

IC = índice de consistência,

IR = índice Randômico.

A razão de consistência é aceitável quando,  $RC \leq 0,10$ , esse valor é obtido da escala de ordem da matriz (n) confeccionada por Saaty, e por meio de simulações ele obteve os seguintes valores (SAATY, 1991):

**Tabela 1 – Tabela de Índice Randômico.**

<b>Ordem da matriz (n)</b>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<b>Índice Randômico (IR)</b>	0,00	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,48	1,56	1,57	1,59

**Fonte: Adaptado de Saaty (1991).**

## 4.2 PROCEDIMENTOS DE PESQUISA

Para esta dissertação foi escolhida a técnica do questionário como coleta de dados, em razão dos profissionais serem de diferentes Estados, São Paulo, Paraná e Santa Catarina.

O questionário aplicado foi semiestruturado, pois segundo Martins e Theóphilo (2009) apesar de apresentar uma preparação prévia, o respondente tem a autonomia de incluir novas considerações durante o processo de preenchimento.

Foi realizado um protocolo para o questionário, conforme as orientações de Rosa e Arnoldi (2008), com o objetivo de confeccionar um roteiro e estruturar este tipo de coleta de dados. Desta forma, estruturou-se o trabalho em:

- Objetivos e justificativas;
- Elaboração do roteiro;
- Critérios para seleção dos profissionais;
- Modelo de formulário de consentimento;
- Previsão de formas de acompanhamento do questionário;
- Análise e avaliação dos dados coletados.

No Apêndice A encontra-se a estrutura do protocolo do questionário e no Apêndice B o roteiro para realiza-lo. Segundo o protocolo, os questionários foram enviados via correio eletrônico. Realizou-se também, o Termo de Consentimento e Esclarecimento (Apêndice C) e o Termo de Responsabilidade (Apêndice D).

Os questionários foram submetidos via e-mail aos profissionais. No primeiro contato foi elucidado que o intuito da pesquisa não é analisar se as respostas fornecidas estavam certas ou erradas, mas sim observar as percepções quanto aos critérios estabelecidos para realização do trabalho ambiental em rodovias pela ponderação das não conformidades ambientais por meio da supervisão ambiental.

As questões abertas referiram-se sobre a formação acadêmica e complementar, experiência na área ambiental de rodovias, e considerações gerais a respeito do arcabouço de não conformidades ambientais. Já as questões fechadas versaram sobre a ponderação por escala de julgamento de cada hierarquia estabelecida, sendo os critérios, subcritérios e alternativas ponderados a partir da experiência profissional de cada técnico.

### 4.3 APLICAÇÃO DO MÉTODO AHP

#### 4.3.1 Definição da Estrutura Hierárquica

Para construção da estrutura hierárquica baseou-se na proposta de Ishizaka e Labib (2011), esta fase da pesquisa foi realizado como descrito a seguir. A proposta de estrutura hierárquica bem como dos parâmetros de comparação foram dirigidos conforme a representação estrutural do Quadro 06.

Natureza da Ocorrência	Grupo da Ocorrência	Descrição da Ocorrência
93. LICENCIAMENTO	81. Licença Ambiental	1. Vencimento de licença ambiental para realização das obras;
		2. Descumprimento de condicionante da licença ambiental para realização das obras;
	82. Autorização Ambiental Específica	3. Vencimento de autorização para supressão de vegetação (ASV), para intervenção em recursos hídricos (Outorga) e outras;
		4. Descumprimento de condicionante da autorização para supressão de vegetação (ASV), para intervenção em recursos hídricos (Outorga) e outras;
	83. Cadastro Ambiental Específico	5. Ausência de cadastro para instalação e utilização de áreas de empréstimo (jazidas);
		6. Ausência de cadastro para instalação e utilização de bota-fora solo excedente;
		7. Ausência de cadastro para instalação e utilização de bota-espera de frezado;
		8. Ausência de cadastro para instalação e utilização de bota-espera de resíduos classe A perante o CONAMA 307:2002 e CONAMA 448:2012;
		9. Ausência de cadastro para instalação e utilização de bota-espera de matéria-prima;
		10. Ausência de cadastro para instalação e utilização de canteiro de obras;
		11. Ausência de cadastro para instalação e utilização de caminhos de serviço;
		12. Ausência do termo de encerramento/recuperação de área de apoio;
94. BIÓTICO	84. Fauna	13. Não realização do manejo, afugentamento ou resgate da fauna na etapa de supressão de vegetação;
		14. Atropelamento de fauna por veículos de obras ou veículos de terceiros;
		15. Caça de fauna;
	85. Vegetação	16. Não utilização da prática de raspagem e armazenamento adequado da camada vegetal e solo superficial;
		17. Armazenamento inadequado de material vegetal;

**Quadro 6 - Estrutura hierárquica da meta/objetivos, critérios, subcritérios e alternativas.**

**Fonte: Elaborado pelo autor.**

Natureza da Ocorrência	Grupo da Ocorrência	Descrição da Ocorrência
94. BIÓTICO	85. Vegetação	18. Presença de restos de material vegetal em obras ou área de apoio;
		19. Queima de material vegetal;
		20. Serviços indevidos em área de preservação permanente (APP);
		21. Soterramento de material vegetal;
		22. Danos físicos ou mecânicos a vegetação;
		23. Ausência de delimitação da área vegetada ou área de preservação permanente (APP) a ser suprimida;
		24. Cobertura vegetal deficitária para proteção superficial após conclusão da obra;
95. PROCESSO DE DINÂMICA SUPERFICIAL	86. Erosão	25. Solo superficial desprotegido em locais com risco de processos erosivos;
		26. Processo erosivo inicial (laminar);
		27. Sulcos erosivos em taludes de corte ou aterro;
		28. Processo erosivo em fase de ravina;
		29. Processo erosivo em fase de voçoroca;
		30. Escorregamentos;
		31. Recalque em aterro;
	87. Assoreamento	32. Assoreamento de sistema de drenagem pluvial (canelas, tubulações, caixa de passagem/inspeção, bueiros) com solo de obras ou propriedade lindeira;
		33. Assoreamento de curso d'água com solo de obras ou propriedade lindeira;
		34. Carreamento de solo para propriedade lindeira ou áreas protegidas;
		34. Carreamento de solo para propriedade lindeira ou áreas protegidas;
		35. Carreamento de solo para obras ou áreas de apoio;
		36. Carreamento de solo para corpo estradal;

**Quadro 6 - Estrutura hierárquica da meta/objetivos, critérios, subcritérios e alternativas.**

**Fonte: Elaborado pelo autor.**

**(Continua)**

Natureza da Ocorrência	Grupo da Ocorrência	Descrição da Ocorrência
96. RESÍDUOS SÓLIDOS		37. Ausência de envio de comprovantes de correta destinação dos resíduos para Concessionária por parte de Empreiteiras ou de Terceiros;
		38. Ausência de área/local adequado e identificado nas obras para armazenamento temporário de resíduo de concreto, pavimentação, tubulação de concreto danificada, tijolos, classificados como A perante o CONAMA 307:2002 e CONAMA 448:2012;
		39. Ausência de baias e/ou local adequado e identificado nas obras para armazenamento temporário de resíduo reciclável (classe B) e/ou perigoso (classe D) perante o CONAMA 307:2002 e CONAMA 448:2012;
		40. Ausência de coletores (lixeiros) para resíduos domésticos gerados nas áreas de vivência ou outras (coletores reciclável, orgânico e rejeito) conforme a norma ABNT NBR 10.004:2004;
		41. Transbordamento de resíduos armazenados em recipientes, baias e locais;
		42. Deposição ou armazenamento de resíduos de classes diferentes misturados;
		43. Deposição ou armazenamento de resíduos em local inadequado;
		44. Disposição (destinação final) de resíduos em local inadequado;
		45. Contaminação do solo por resíduos ou restos de concreto;
		46. Contaminação do recurso hídrico por resíduos ou restos de concreto;
		47. Ausência de proteção para transporte de resíduos ou matéria-prima (sem lona ou cobertura deficitária);
48. Queima de resíduos;		
97. EFLUENTE LÍQUIDO	88. Esgoto Doméstico/Sanitário	49. Ausência de envio de comprovantes de correta destinação do esgoto de banheiro químico para Concessionária por parte de Empreiteiras ou Terceiros;
		50. Ausência de sistema de tratamento (tanque séptico + filtro anaeróbio + sumidouro) de esgoto doméstico para banheiros;
		51. Ausência de manutenção para sistema de tratamento de esgoto doméstico;
		52. Banheiros em locais indevidos;
		53. Lançamento de esgoto doméstico no solo sem tratamento;
54. Lançamento de esgoto doméstico em recurso hídrico sem tratamento;		

**Quadro 6 - Estrutura hierárquica da meta/objetivos, critérios, subcritérios e alternativas.**

**Fonte: Elaborado pelo autor.**

**(Continua)**

Natureza da Ocorrência	Grupo da Ocorrência	Descrição da Ocorrência
97. EFLUENTE LÍQUIDO	89. Efluente de Fabricação de Concreto	55. Ausência de sistema de tratamento para efluente com resíduos de concreto;
		56. Ausência de manutenção para sistema de tratamento para efluente com resíduos de concreto;
		57. Sistema de tratamento de efluente de concreto em local indevido;
		58. Contaminação do solo por efluente com resíduos de concreto;
		59. Contaminação de recurso hídrico por efluente com resíduos de concreto;
	90. Efluente Oleoso	60. Ausência de sistema de tratamento para efluente oleoso (caixas separadoras de água e óleo SAO);
		61. Ausência de manutenção para sistema de tratamento de efluente oleoso;
		62. Ausência de envio de comprovantes de correta destinação da borra de óleo da caixa SAO para Concessionária por parte de Empreiteiras/Terceiros;
		63. Sistema de tratamento de efluente oleoso em local indevido;
		64. Contaminação do solo por efluente oleoso;
98. POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA		66. Emissão de fumaça preta acima dos padrões da Escala Ringelmann por veículo ou equipamento;
		67. Ausência de sistema de controle de poluição em chaminés de unidades industriais;
		68. Formação de poeira em suspensão;
99. PRODUTOS PERIGOSOS		69. Contaminação do solo devido ao vazamento de equipamentos ou veículos;
		70. Contaminação dos recursos hídricos solo devido ao vazamento de equipamentos ou veículos;
		71. Local e/ou recipiente inadequado para armazenamento de produto perigoso;
		72. Ausência de dispositivo de contenção para vazamento de produtos perigosos de equipamentos/veículos;

**Quadro 6 - Estrutura hierárquica da meta/objetivos, critérios, subcritérios e alternativas.**

**Fonte: Elaborado pelo autor.**

**(Continua)**

Natureza da Ocorrência	Grupo da Ocorrência	Descrição da Ocorrência
100. SEGURANÇA DO TRABALHO	91. Emissão de Ruído	73. Veículo, equipamento ou unidade industrial emitindo ruído excessivo por motivos diversos;
		74. Veículo, equipamento ou unidade industrial emitindo ruído fora do horário de trabalho em local que apresenta receptores sensíveis.
	92. Saúde e Higiene do Trabalhador	75. Colaborador(es) sem EPI's;
		76. Colaborador(es) com EPI's inadequado;
		77. Ausência de sanitários nas obras;
		78. Instalações sanitárias inadequadas;
		79. Canteiro de obras desorganizado;
		80. Ausência de sinalização indicativa de obras;

**Quadro 6 - Estrutura hierárquica da meta/objetivos, critérios, subcritérios e alternativas.**

Fonte: Elaborado pelo autor.

**(Conclusão)**

### 4.3.2 Escala de Julgamento

De acordo com Saaty (1987) a comparação par a par é realizada conforme os pesos da escala de julgamento determinadas a cada critério ou subcritério, conforme o Quadro 7.

<b>Intensidade de Importância</b>	<b>Definição</b>	<b>Explicação</b>
1	Mesma importância	As duas atividades contribuem igualmente para o objetivo
3	Importância moderada de um sobre o outro	A experiência e o julgamento favorecem levemente uma atividade em relação à outra
5	Importância forte ou essencial	A experiência e o julgamento favorecem fortemente uma atividade em relação à outra
7	Importância muito forte	Uma atividade é muito fortemente favorecida e seu domínio é demonstrado na prática
9	Extrema importância	A evidência favorece uma atividade sobre a outra, sendo da mais alta ordem de afirmação
2, 4, 6, 8	Valores intermediários entre dois julgamentos adjacentes	Quando se procura uma condição entre duas definições

**Quadro 7 – Escala de intensidade de importância.**

**Fonte: Adaptado de Saaty (1987, 1991).**

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta pesquisa está relacionada com a identificação e ponderação das principais não conformidades relacionadas com obras rodoviárias de adequação de capacidade e melhoramentos, por meio da aplicação do método AHP a partir da *expertise* de profissionais envolvidos na gestão ambiental de rodovias. Neste capítulo são apresentados os resultados do questionário, bem como os resultados obtidos pelo método AHP.

### 5.1 ANÁLISE DOS QUESTIONÁRIOS

#### 5.1.1 Formação dos Profissionais

As questões do questionário referente à formação acadêmica e a educação continuada dos profissionais é apresentada na Tabela 2.

**Tabela 2 - Formação dos profissionais com experiência em gestão ambiental de rodovias.**

<b>Profissional</b>	<b>Formação Acadêmica</b>	<b>Especialização e/ou Pós-Graduação <i>Stricto Sensu</i></b>
1	Engenharia Civil	Especialização em Gestão de Projetos
2	Engenharia Ambiental	Especialização em Licenciamento Ambiental de Obras de Infraestrutura, Implementação e Acompanhamento de Programas Ambientais
3	Engenharia Florestal	Especialização em Gerenciamento de Projetos e Especialização em Gestão Ambiental no Setor de Transportes
4	Geografia	Especialização em Gestão Ambiental
5	Biologia	Não

**Fonte: Elaborado pelo autor.**

Cada profissional possui formação diferenciada em relação ao curso de formação: engenharia civil, engenharia florestal, engenharia ambiental, geografia e biologia. Quatro profissionais possuem pelo menos uma pós-graduação *lato senso* realizada. Observa-se a preocupação dos profissionais pela educação continuada como forma de aprimorar os conhecimentos em área específica aderente a atividade realizada.

### 5.1.2 Tempo de Atuação na Área Ambiental de Rodovias

O tempo de atuação de cada profissional na área ambiental de rodovias é apresentado na Tabela 3. Constata-se que três profissionais têm mais de dez anos de experiência na área desta pesquisa. Este fato possibilita uma avaliação de atuação, trazendo assim, ricos dados para esta pesquisa.

**Tabela 3 - Tempo de atuação na área ambiental de rodovias.**

<b>Profissional</b>	<b>Tempo</b>
1	18 anos
2	12 anos
3	11 anos
4	2 anos
5	3 anos

**Fonte: Elaborado pelo autor.**

Os profissionais que apresentaram menos tempo de experiência foram o geógrafo com dois anos e o biólogo com 3 anos de atuação profissional.

## 5.2 APLICAÇÃO DO AHP

### 5.2.1 Cálculo da Prioridade Média Local (PML) para os Critérios

A Tabela 4 apresenta os valores de prioridade média local, referente aos questionários respondidos pelos cinco profissionais, com relação aos critérios LIC – licenciamento ambiental, BIO – biótico, PDS – processo de dinâmica superficial, RES – resíduos sólidos, EFL – efluente líquido, ATM – poluição atmosférica, PER – produtos perigosos e SET – segurança do trabalho, que foram previamente estabelecidos. As ponderações dos critérios das não conformidades ambientais foram calculadas por meio da aplicação do método de análise hierárquica de processos (AHP).

**Tabela 4 – Prioridade média local para os critérios.**

	LIC	BIO	PDS	RES	EFL	ATM	PER	SET
P1	23,4%	6,1%	6,1%	11,2%	11,2%	11,2%	19,5%	11,2%
P2	30,2%	9,5%	11,7%	7,0%	11,7%	6,5%	11,7%	11,7%
P3	22,9%	11,8%	11,8%	11,8%	11,8%	6,2%	11,8%	11,8%
P4	20,5%	5,7%	10,6%	10,6%	10,6%	10,6%	20,5%	10,6%
P5	14,3%	14,3%	7,1%	7,1%	14,3%	14,3%	14,3%	14,3%
MÉDIA	22,26%	9,48%	9,46%	9,54%	11,92%	9,76%	15,56%	11,92%
VARIÂNCIA	32,83%	13,62%	7,18%	5,33%	1,99%	11,70%	17,64%	1,99%
DES.PAD.	± 5,73%	± 3,69%	± 2,68%	± 2,31%	± 1,41%	± 3,42%	± 4,20%	± 1,41%

**Fonte: Elaborado pelo autor.**

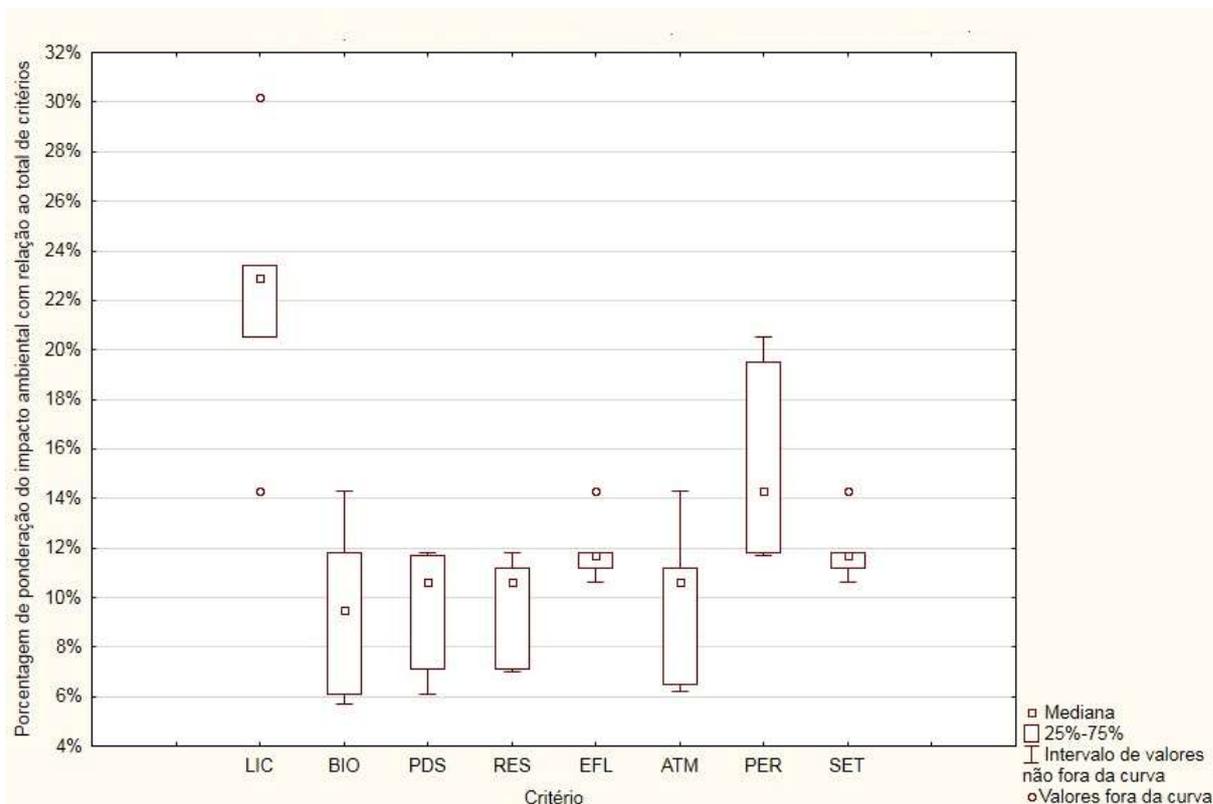
Todos os cinco profissionais julgaram o critério LIC como sendo de maior impacto na atividade de supervisão ambiental em obras de empreendimentos rodoviários, com peso médio de 22,26%. Isso porque a ausência de licenças e autorizações ambientais causa o embargo da obra, impedindo a atividade de ser realizada e muitas vezes acompanhada de infrações. O critério PER vem em seguida, com peso médio de 15,56%, sendo que os produtos químicos tem alto potencial poluidor, seja quando dispersos no solo ou em recursos hídricos. Na terceira ordem de preferência o critério EFL e SET apresentam peso médio de 11,92%. Os critérios BIO, PDS, RES e ATM estão tecnicamente com o mesmo peso médio na quinta ordem de preferência com 9,5%.

A variância com valor de 1,99% para os critérios EFL e SET indicou menor diferença entre as respostas de todos profissionais, apresentando consenso na ponderação. Os demais critérios apresentaram variância alta com relação à média, no critério LIC por exemplo, a menor ponderação foi de 14,3% (P5) e a maior 30,2% (P2), resultando numa variância de 32,83%.

Os profissionais P1, P3 e P4 apresentaram as respostas mais compatíveis com relação aos pesos médios, sendo seis respostas dentre oito possíveis. Já o profissional 2 manifestou metade de suas respostas similar a média. E o P5 não apresentou nenhuma similaridade com a média, suas ponderações foram apenas dois pesos, 14,3% para LIC, BIO, EFL, ATM, PER e SET e, 7,1% para PDS e RES.

O profissional 01 apresentou diferença entre o critério de maior peso (LIC) e de menor peso (PDS e BIO) é de 17,3%. O profissional 02, diferença entre o primeiro e último (LIC e ATM), critério de preferencia foi de 23,7%. O profissional 03, intervalo entre a primeira e ultima ponderação de critérios (LIC e ATM) foi de 16,7 %. O profissional 04, diferença entre o critério julgado com maior impacto e o de menor impacto foi de 14,8%. O profissional 05 a diferença entre o primeiro é ultimo impacto julgado foi de 7,2%.

A Figura 4 mostra a distribuição dos dados dos cinco profissionais que responderam os questionários com relação aos critérios das não conformidades ambientais, LIC, BIO, PDS, RES, EFL, ATM, PER e SET, por meio do diagrama de blocos conhecido como *boxplot*. A maioria dos conjuntos de dados de cada critério apresentaram dispersão dos dados significativa, entretanto, observa-se que para os critérios EFL e SET houve dispersão relativa pequena, apesar de em ambos ocorrerem valores superiores maior que o quartil superior.



**Figura 4 – Distribuição dos dados com relação aos critérios das não conformidades ambientais.**

Fonte: Elaborado pelo autor.

O conjunto de dados do critério LIC apresentou diferença entre o intervalo do primeiro e terceiro quartis de 2,9%, o que pode ser considerada como baixa dispersão, porém, dois valores foram da curva (*outliers*), um superior 30,2% e outro inferior 14,3%, valores estes que se diferenciam da tendência da maioria dos dados.

Os dados do critério BIO não apresentaram valores fora da curva (*outliers*), indicando que todos os dados tiveram uma tendência comum entre as respostas dos profissionais. A diferença entre o primeiro e terceiro quartis foi de 5,7%, também pode-se afirmar que 50% dos dados estão entre esse intervalo. Os conjuntos de dados dos critérios PDS, RES e ATM apresentaram distribuições muito similares ao critério BIO, todos também não apresentaram valores extremos (*outliers*), o que pode indicar um consenso entre as respostas de todos os profissionais. As diferenças entre os valores dos primeiros e terceiros quartis foram próximas, sendo 4,6%, 4,1% e 4,7%, respectivamente.

O conjunto de dados do critério PER foi o que apresentou maior dispersão de dados, levando em consideração a diferença entre o primeiro e terceiro quartis, que foi de 7,7%. Entretanto, não houve nenhum valor extremo.

E os conjuntos de dados dos critérios EFL e SET foram os que apresentaram menores dispersão entre os dados com relação as diferenças entre os primeiros e terceiros quartis que foram ambas de 0,6%, entretanto, isto pode ter provocado o aparecimento de valor fora da curva.

A dispersão dos dados com relação a todos os critérios pode ser explicada devido a fatores pessoais de cada respondente, como a formação acadêmica e tempo de experiência na área. Dos quatro valores fora da curva existentes três foram de origem das respostas do profissional 05 com formação em biologia.

### 5.2.2 Cálculo da Prioridade Média Local (PML) para os Subcritérios

Podem ser notados na Tabela 5 os valores de prioridade média local, com relação aos subcritérios do critério licenciamento ambiental (LIC), sendo licença ambiental (LA), autorização ambiental específica (AAE) e cadastro ambiental específico (CAE).

**Tabela 5 – Prioridade média local do critério licenciamento com relação aos subcritérios.**

	LIC		
	LA	AAE	CAE
P1	42,9%	42,9%	14,3%
P2	40,0%	40,0%	20,0%
P3	42,9%	42,9%	14,3%
P4	42,9%	42,9%	14,3%
P5	40,0%	40,0%	20,0%
MÉDIA	41,74%	41,74%	16,58%
VARIÂNCIA	2,53%	2,53%	9,73%
DES.PAD.	± 1,59%	± 1,59%	± 3,12%

**Fonte: Elaborado pelo autor.**

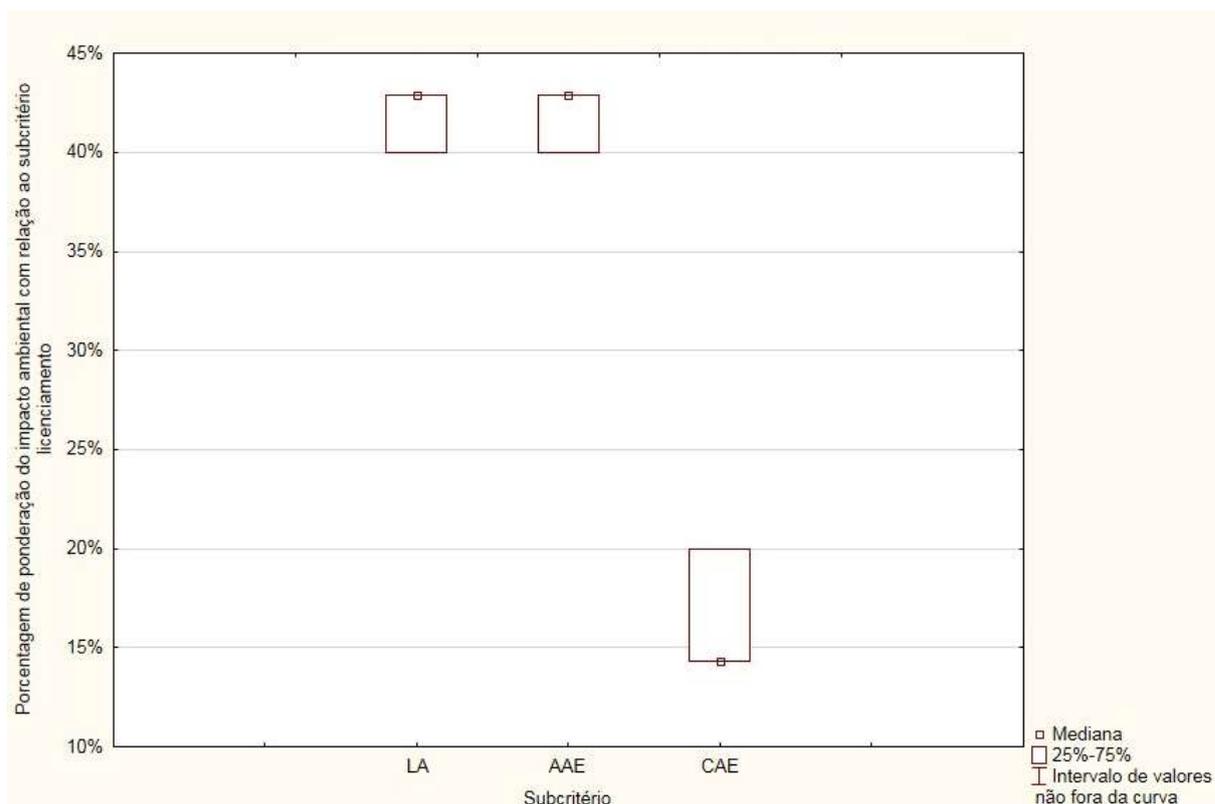
Os critérios LA e AAE apresentaram o mesmo peso médio no valor de 41,74% e baixa variância sendo 2,53%, indicando consenso na ponderação dos profissionais, em seguida, o critério CAE teve peso médio de 16,58% e variância de 9,73%, mostrando uma média dispersão das respostas. De modo geral todos os profissionais tiveram concordância entre suas respostas, sendo suas respostas próximas do valor médio.

Os profissionais 01, 03 e 04 ponderaram com 42,9% os subcritérios LA e AAE com relação ao total de subcritérios, seguido do subcritério CAE com peso de 14,3%. Essa ponderação refere-se ao potencial de causar impacto ambiental de cada conjunto de não conformidade ambiental sob a ótica dos profissionais envolvidos com a gestão ambiental de rodovias. A diferença entre o subcritério mais (LA e AAE) e menos (CAE) impactante foi de 28,6%.

Com a mesma tendência dos dados acima, os profissionais 02 e 05 avaliaram os subcritérios LA e AAE com ambos os pesos de 40,0% com relação ao total de subcritérios, na sequência, com 20,0% de peso para o subcritério CAE. Foi de 20,0% a diferença entre as ponderações extremas dos subcritérios.

Expõem-se na Figura 5 a distribuição dos dados dos cinco profissionais que responderam os questionários com relação aos subcritérios das não conformidades do critério LIC, sendo LA, AAE e CAE, por meio do diagrama de blocos (*boxplot*).

Nota-se que houve uma forte tendência de similaridade das respostas de todos os profissionais do questionário, pelo motivo dos dados apresentarem baixa dispersão, fato este, sendo comprovado pela ausência de valores extremos em todos os subcritérios do LIC.



**Figura 5 – Distribuição dos dados com relação ao subcritério licenciamento.**

Fonte: Elaborado pelo autor.

O valor da mediana dos subcritérios LA, AAE e CAE foram 42,9%, 42,9% e 14,3%, respectivamente. O intervalo entre o primeiro e terceiro quartis foram 2,9%, 2,9% e 5,7%, respectivamente.

Observa-se a seguir na Tabela 6 os valores de prioridade média local, referentes aos subcritérios do critério biótico (BIO), sendo fauna (FAU) e vegetação (VEG).

**Tabela 6 - Prioridade média local do critério biótico com relação aos subcritérios.**

	BIO	
	FAU	VEG
P1	50,0%	50,0%
P2	66,7%	33,3%
P3	75,0%	25,0%
P4	25,0%	75,0%
P5	50,0%	50,0%
MÉDIA	53,34%	46,66%
VARIÂNCIA	368,26%	368,26%
DES.PAD.	± 19,19%	± 19,19%

Fonte: Elaborado pelo autor.

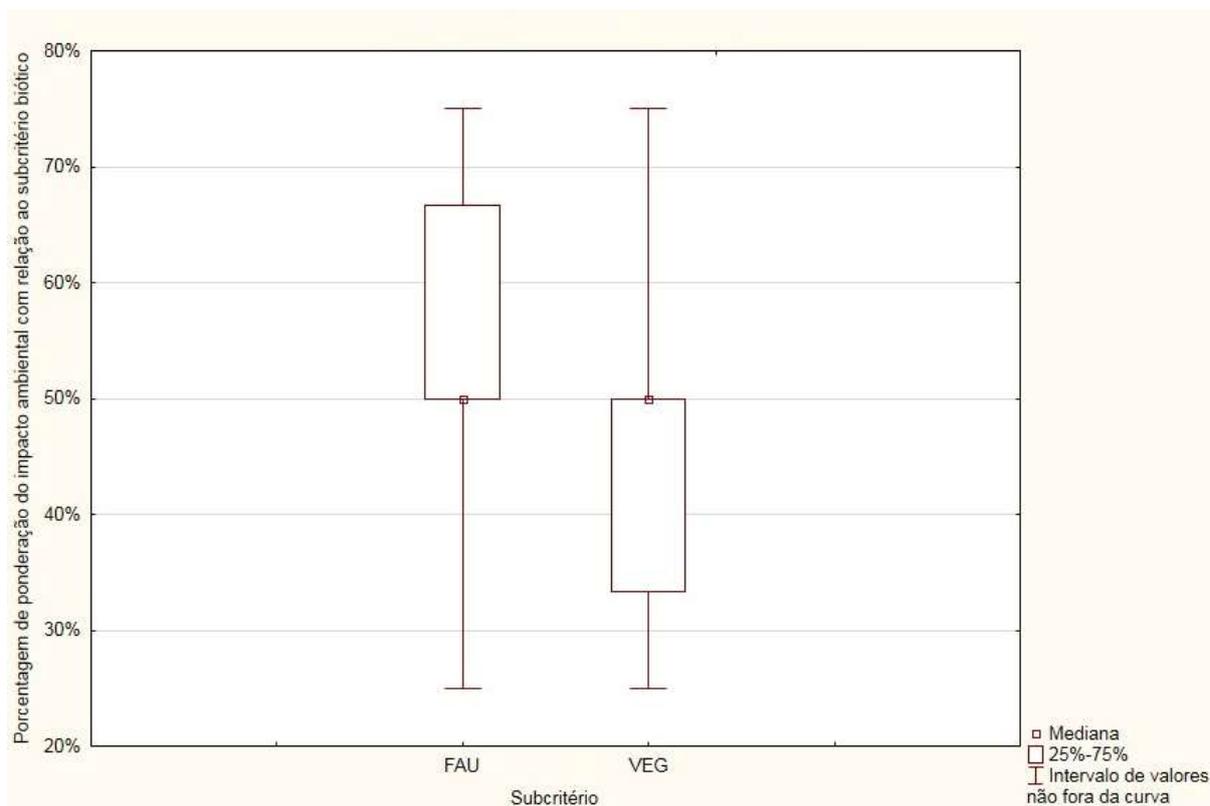
O peso médio dos critérios FAU e VEG foram respectivamente, 53,34% e 46,66%, porém a variância se apresentou alta, sendo em que ambos foram de 368,26%, indicando uma baixa concordância entre as respostas dos profissionais. O profissional 01 formado em engenharia civil e o profissional 05 formado em biologia entraram em consonância com suas respostas em relação a media geral, ambos ponderando os critérios em 50%.

Em contrapartida, o subcritério fauna teve a maior ponderação dada pelo profissional 03 formado em engenharia florestal, com peso de 75% com relação ao total de critérios, e a menor ponderação com 25% empregada pelo profissional 04 formado em geografia. As menores e maiores ponderações para o subcritério vegetação, também foram colocadas pelos profissionais 03 e 04, sendo 25% e 75% respectivamente.

Conforme apresentado no estudo de Friedrich (2015), o impacto da mortalidade em estrada é conhecido porque muitas vezes o problema é perceptível para o ser humano como no caso dos atropelamentos, sendo que pode elevar-se em razão de fragmentação.

Sendo assim, de acordo com EEA (2011) a fragmentação da paisagem é o resultado da transformação de grandes compartimentos florestais em pequenos fragmentos de forma isolada uns aos outros. Este fenômeno consiste em dois diferentes efeitos: a subdivisão das populações, e o efeito de barreira, ou seja, que os animais e as plantas são incapazes de se mover livremente dentro de uma paisagem.

Indica-se na Figura 6 a distribuição dos dados dos cinco com relação aos subcritérios das não conformidades FAU e VEG, por meio do diagrama de blocos.



**Figura 6 – Distribuição dos dados com relação ao subcritério biótico.**

**Fonte: Elaborado pelo autor.**

Apesar de não termos valores extremos, pode-se considerar que houve alta dispersão entre os dados, pois em ambos critérios o menor e maior valor de ponderação empregado foram 25% e 75%.

Tanto a mediada do subcritério fauna como a do critério vegetação tiveram valor de 50%, entretanto, para fauna a tendência dos valores estão deslocados para cima desse valor, já para vegetação, abaixo desse valor.

Apresenta-se na Tabela 7 os valores de prioridade média local, referente a opinião dos profissionais envolvidos na gestão ambiental de rodovias, com relação aos subcritérios do critério processo de dinâmica superficial (PDS), sendo erosão (ERS) e assoreamento (ASS).

**Tabela 7 - Prioridade média local do critério processos de dinâmica superficial com relação aos subcritérios.**

	PDS	
	ERS	ASS
P1	50,0%	50,0%
P2	50,0%	50,0%
P3	66,7%	33,3%
P4	50,0%	50,0%
P5	33,3%	66,7%
MÉDIA	50,00%	50,00%
VARIÂNCIA	139,47%	139,47%
DES.PAD.	± 11,81%	± 11,81%

**Fonte: Elaborado pelo autor.**

O peso médio dos subcritérios ERS e ASS foram respectivamente, 50% e 50%. Três profissionais (P1, P2 e P4) ponderaram o critério erosão e assoreamento igualmente com peso de 50%, ou seja, ambos os critérios com mesmo potencial de causar impacto ambiental, indicando concordância em suas respostas e também com relação à média.

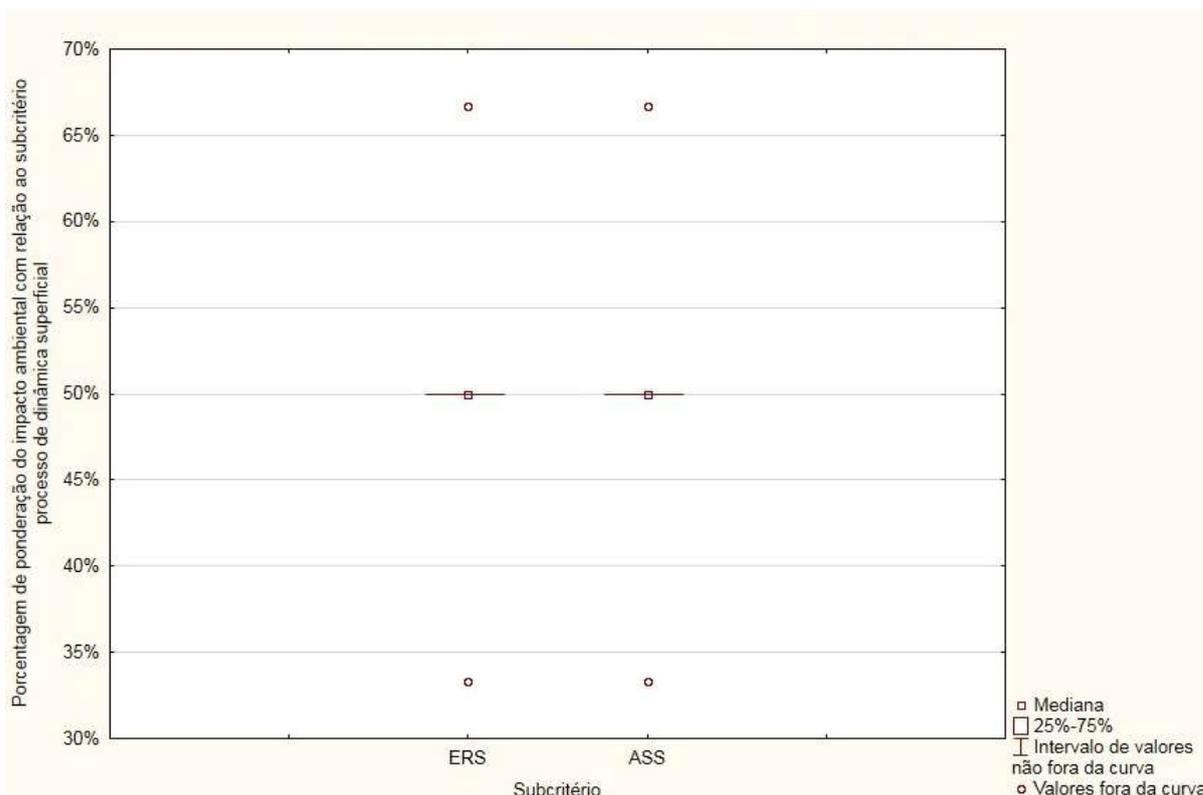
Mesmo assim, a variância se mostrou alta com valor de 139,47%, isso porque, com a mesma escala de proporção, mas com ordem de prioridade inversa, os profissionais 03 formado em engenharia florestal e 05 formado em biologia ponderaram os critérios ERS e ASS, com pesos de 66,7% e 33,3%, sendo estas ponderações divergentes da maioria e média.

Geralmente o processo erosivo e o assoreamento estão intimamente ligados, sendo a erosão a causa e o assoreamento o efeito. Na ocorrência de precipitação aliado em algumas vezes ao solo exposto, inicia-se o processo de desprendimento solo (erosão), que é carregado até um curso d'água (assoreamento). Nesse sentido, a diferença apresentada entre as respostas do profissional 03 e 05 na mesma proporção, pode ser explicada pelo fato de que, para P3 a erosão é mais importante, pois ela é o início do problema e cuidando dela não haverá assoreamento, já para P5 o assoreamento é mais impactante em termos ambientais, pois para sua ocorrência já houve também uma erosão, resultando em dois impactos.

Vale expor também, que a situação retratada acima não é via de regra, e que também a ordem cronológica dos eventos não é estritamente determinante no grau do impacto ambiental.

Por exemplo, pode ocorrer uma erosão em fase de voçoroca em que o solo desprendido está sendo acumulado em uma área de pastagem ou agrícola. Se a erosão ocorrer num divisor de águas, a probabilidade da massa de solo chegar ao curso d'água é menor que se ela ocorresse próxima ao rio. Outro exemplo é uma mesma massa de solo atingindo cursos de água de vazão diferente, no de menor tamanho os efeitos do assoreamento serão maiores, além de que, considera-se assoreamento o acúmulo ou deposição de solo em qualquer local. Nesse contexto, a erosão e o assoreamento podem apresentar o mesmo impacto, ou um maior e o outro menor, dependendo do cenário dos eventos.

Retrata-se na Figura 7 a distribuição dos dados dos cinco profissionais que responderam os questionários com relação aos subcritérios das não conformidades do critério PDS, sendo ERS e ASS, por meio do diagrama de blocos.



**Figura 7 - Distribuição dos dados com relação ao subcritério processo de dinâmica superficial.**  
**Fonte: Elaborado pelo autor.**

Os subcritérios erosão e assoreamento também apresentaram alta dispersão entre os dados, da mesma forma que os subcritérios do BIO. Os valores fora da curva para ambos os critérios foram 66,7% (superior) e 33,3% (inferior).

Apresentam-se na Tabela 8 os valores de prioridade média local, referente aos questionários respondidos pelos cinco profissionais, com relação aos subcritérios do critério efluente líquido (EFL): esgoto sanitário/doméstico (ESG), efluente de fabricação de concreto (EFC) e efluente oleoso (EFO).

Os hidrocarbonetos utilizados em obra da construção civil tem alto potencial de contaminar o solo e recursos hídricos devido a sua lenta degradação, aliada ao motivo de prejudicar a sadia vida nesses locais (MARIANO, 2006). Nos locais onde se gera efluente oleoso deve instalar sistema de tratamento denominado caixa separadora de água e óleo (Caixa SAO). Esse pode ser o motivo para o critério EFO apresentar o maior peso médio de 39,26%.

**Tabela 8 - Prioridade média local do critério efluente líquido com relação aos subcritérios.**

EFL			
	ESG	EFC	EFO
P1	20,0%	20,0%	60,0%
P2	40,0%	20,0%	40,0%
P3	33,3%	33,3%	33,3%
P4	16,3%	54,0%	29,7%
P5	33,3%	33,3%	33,3%
MÉDIA	28,58%	32,12%	39,26%
VARIÂNCIA	99,80%	193,76%	148,35%
DES.PAD.	± 9,99%	± 13,92%	± 12,18%

**Fonte: Elaborado pelo autor.**

O concreto é muito utilizado para realização de obras de arte-especiais (pontes e viadutos), construção de drenagem de águas pluviais, barreira *new-jersey*, entre outras estruturas. Geralmente esse concreto chega até as obras por meio de caminhões betoneiras, que após a descarregar o concreto faz a lavagem da bica, gerando efluente com resíduos de concreto. Esse efluente apresenta significativo grau de contaminação pelo fato do concreto possuir diversos produtos químicos em sua composição. O sistema de tratamento adequado consiste na combinação de métodos físicos e químicos. O EFC apresentou a segunda maior média entre os profissionais, com valor de 32,12%.

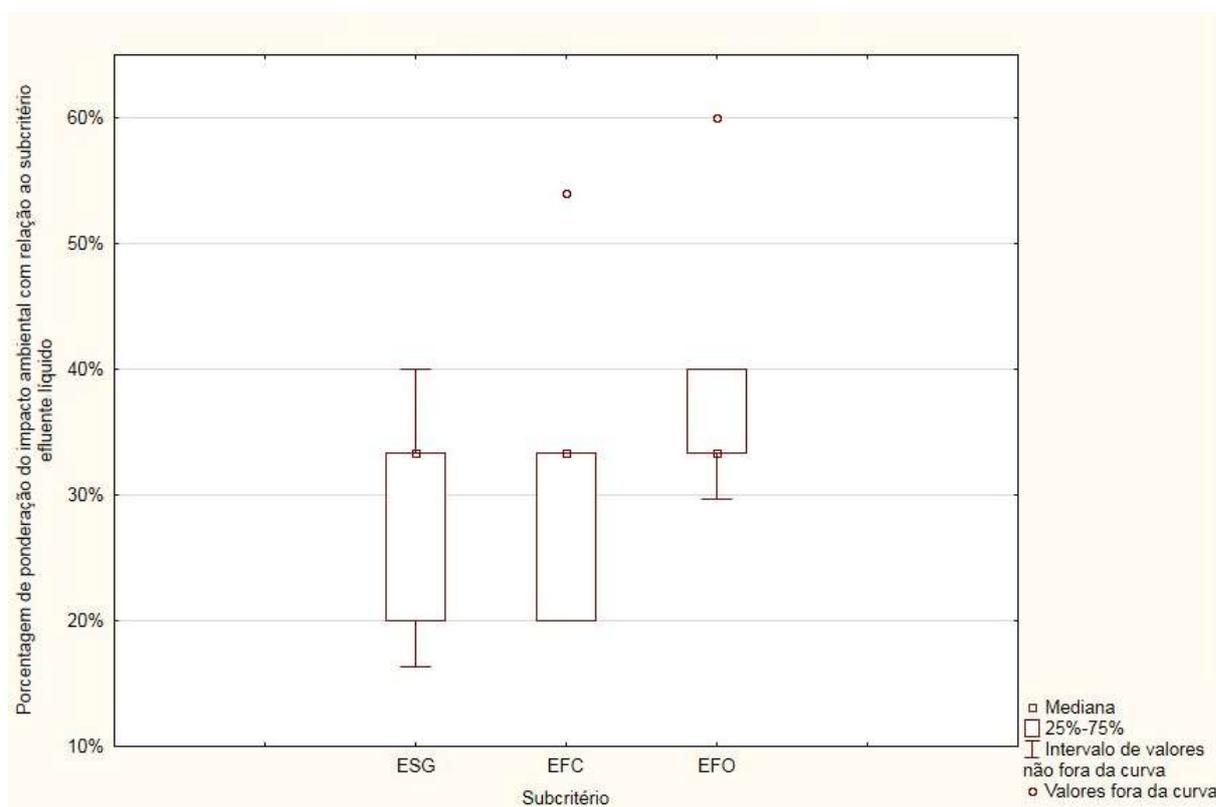
Na terceira ordem de preferência vem o critério ESG com peso de 28,58%. O efluente sanitário é gerado em detrimento da presença de trabalhadores nas obras, as construtoras geralmente adotam duas soluções para essa água residuária, uma sendo a adoção de banheiros químicos com correta destinação do esgoto, e a outra a adoção de banheiros convencionais providos de tratamento por meio de tanques sépticos.

A variância se apresentou alta para os três subcritérios com valores de 99,70%, 193,76% e 148,35% para ESG, EFC e EFO respectivamente, isso representa alta divergência das respostas com relação à média. Os profissionais 03 e 05 foram os que apresentaram ponderações mais próximas à média geral, entretanto, suas respostas não representam a média geral, pois ponderaram igualmente os três critérios com 33,33%.

A maioria dos profissionais julgaram o efluente oleoso como sendo de maior gravidade, em que os maiores valores foram 60% e 40% (P1 e P2). Analisando o conjunto de dados, o maior valor de ponderação dado entre os profissionais foi 60% para EFO com a resposta de P1, já foi empregado pelo P4, sendo 16,3% para o subcritério ESG.

Essa grande variação nas respostas poder ser explicada pelo fato de que, apenas o profissional 01 graduado em engenharia civil e o profissional 02 graduado em engenharia ambiental tiveram em suas grades curriculares disciplinas abrangendo a questão de efluentes. Mas em contrapartida, ambos os profissionais não tiveram concordância em suas respostas.

Apresenta-se na Figura 8 a distribuição dos dados dos cinco profissionais que responderam os questionários com relação aos subcritérios das não conformidades do critério EFL, sendo ESG, EFC e EFO, por meio do diagrama de blocos.



**Figura 8 - Distribuição dos dados com relação ao subcritério efluente líquido.**

**Fonte: Elaborado pelo autor.**

Verificam-se na Figura 8 que os valores de 54% e 60% são valores extremos para o critério efluente de fabricação de concreto e efluente oleoso, respectivamente. O critério efluente doméstico/sanitário não teve *outliers*.

Todas as medianas apresentaram o valor de 33,3%, o que indica uma variação em torno deste valor para subcritérios analisados.

A Tabela 9 expressam os valores de prioridade média local com relação aos subcritérios da segurança do trabalho (SET): emissão de ruído (RUI) e saúde e higiene do trabalhador (SAH).

**Tabela 9 - Prioridade média local do critério segurança do trabalho com relação aos subcritérios.**

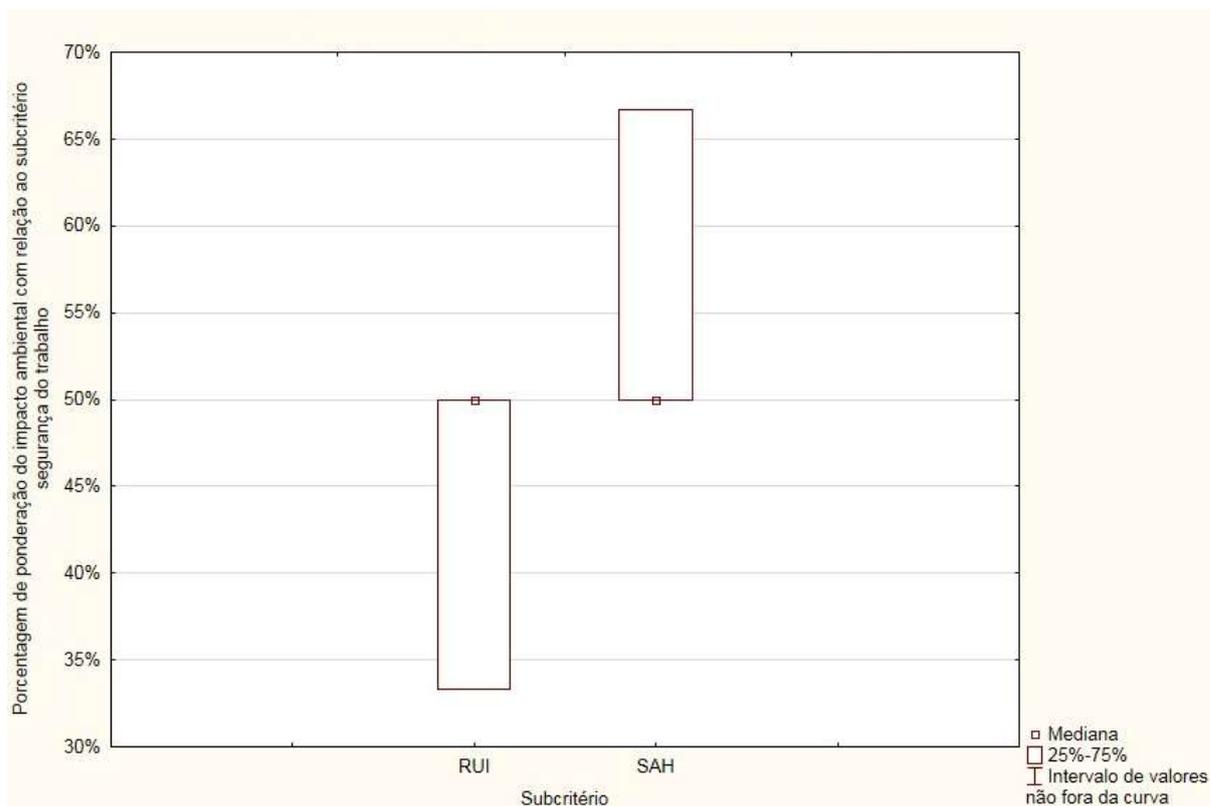
	SET	
	RUI	SAH
P1	50,0%	50,0%
P2	50,0%	50,0%
P3	33,3%	66,7%
P4	33,3%	66,7%
P5	50,0%	50,0%
MÉDIA	43,32%	56,68%
VARIÂNCIA	83,72%	83,72%
DES.PAD.	± 9,15%	± 9,15%

**Fonte: Elaborado pelo autor.**

A preferência das respostas foi de SAH sobre RUI, com valores médios de 56,68% e 43,32%, respectivamente, E ambas as dispersões com relação à média foram de mais ou menos 9,15%.

Avaliando os dados, três profissionais (P1, P2 e P5) ponderaram o subcritério emissão de ruído com peso de 50% e dois (P3 e P4) com 33,3%. E para SAH, os profissionais 03 e 04 apresentaram o valor de 66,7%, e P1, P2 e P5 o valor de 50,0%. Isso indicou um grande consenso entre as respostas dos profissionais.

Mostra-se na Figura 9 a distribuição dos dados com relação aos subcritérios das não conformidades do SET, sendo RUI e SAH, por meio do diagrama de blocos.



**Figura 9 - Distribuição dos dados com relação ao subcritério segurança do trabalho.**  
**Fonte: Elaborado pelo autor.**

Apesar das medianas serem iguais, ocorre uma inversão da distribuição dos valores para os subcritérios emissão de ruídos e saúde e higiene do trabalhador. Pode-se notar uma maior importância do SAH em relação ao RUI. A preferência de SAH dos profissionais P3 e P4 sobre RUI pode ser explicada pelo motivo de que uma não conformidade de ausência de uso de EPI's pode levar a morte do funcionário.

### 5.2.3 Cálculo da Prioridade Média Local (PML) para as Alternativas

Os valores de prioridade média local com relação às alternativas do subcritério licença ambiental (LA) são apresentados na Tabela 10. Estes valores referem-se ao vencimento de licença ambiental para realização das obras (ALT.01) e descumprimento de condicionante da licença ambiental para realização das obras (ALT.02).

**Tabela 10 - Prioridade média local do subcritério licença ambiental com relação às alternativas.**

<b>LICENÇA AMBIENTAL</b>		
	<b>ALT. 01</b>	<b>ALT. 02</b>
P1	50,0%	50,0%
P2	80,0%	20,0%
P3	50,0%	50,0%
P4	50,0%	50,0%
P5	50,0%	50,0%
<b>MÉDIA</b>	<b>56,00%</b>	<b>44,00%</b>
<b>VARIÂNCIA</b>	<b>180,10%</b>	<b>180,10%</b>
<b>DES.PAD.</b>	<b>± 13,42%</b>	<b>± 13,42%</b>

**Fonte: Elaborado pelo autor.**

Os pesos médios das ALT. 01 e ALT. 02 foram respectivamente, 56,00% e 44,00%. Apesar de praticamente todos os profissionais (P1, P3, P4 e P5) apresentarem consenso nas duas alternativas como sendo de igual ponderação, com valor de 50,0%, a variância foi alta, isso pelo motivo de que o P2 considerou a primeira como mais agravante ao meio ambiente com relação à segunda, com valores respectivos de 80% e 20,0%. O profissional 02 graduado em engenharia ambiental justifica sua resposta pelo fato de que o vencimento da licença ambiental leva ao embargo da obra, já o descumprimento de condicionantes pode ser negociada, em termos de prazo de cumprimento, com o órgão ambiental.

Toda obra de infraestrutura de transportes com potencial de impactar o meio ambiente deve ter como item obrigatório a licença ambiental ou documento equivalente para sua realização, e na ausência deste, o órgão ambiental pode embargar a obra.

A licença correspondente à etapa de obras é a licença ambiental de instalação (LI), que geralmente varia de uma a três laudas, possuindo dados legais do empreendimento e condicionantes ambientais estabelecidas pelo órgão, como forma de garantir a qualidade ambiental local e de evitar possíveis impactos que podem ser gerados em outras áreas, como por exemplo, aquisição e estocagem de matérias-primas ou destinação de resíduos.

O vencimento de uma licença ambiental por si só não causa impacto ao ambiente, entretanto, a garantia de sua existência bem como o cumprimento de

prazos vigentes, assegura indiretamente o cumprimento das condicionantes deste documento.

Mas apenas a existência da licença ambiental não atesta que as condições ambientais estão sendo respeitadas, e dependendo da gravidade e/ou importância de uma condicionante não cumprida, a obra também pode vir a ser interditada com acompanhamento de multa. Em outros casos podem ser solucionadas mediante a termo de ajuste de conduta (TAC) a ser acordado e expedido pelo órgão ambiental competente.

A Tabela 11 apresenta os valores de prioridade média local com relação às variáveis do subcritério autorização ambiental específica (AAE): vencimento de autorização para supressão de vegetação (ASV) para intervenção em recursos hídricos (Outorga) e outras (ALT.01); e descumprimento de condicionante da autorização para supressão de vegetação (ASV) para intervenção em recursos hídricos (Outorga) e outras (ALT.02).

**Tabela 11 - Prioridade média local do subcritério autorização ambiental específica com relação às alternativas.**

<b>AUTORIZAÇÃO AMBIENTAL ESPECÍFICA</b>		
	<b>ALT. 01</b>	<b>ALT. 02</b>
P1	50,0%	50,0%
P2	80,0%	20,0%
P3	50,0%	50,0%
P4	50,0%	50,0%
P5	50,0%	50,0%
<b>MÉDIA</b>	<b>56,00%</b>	<b>44,00%</b>
<b>VARIÂNCIA</b>	<b>180,10%</b>	<b>180,10%</b>
<b>DES.PAD.</b>	<b>± 13,42%</b>	<b>± 13,42%</b>

**Fonte: Elaborado pelo autor.**

Com peso médio de 56,00% e 44,00% os profissionais ponderaram as alternativas 01 e 02 do subcritério AAE. Apesar da preferência dos profissionais apresentarem consenso (profissional 01, 03, 04 e 05) de 50% para cada uma das duas alternativas. Todavia, o profissional 02 ponderou com 80% para primeira alternativa e 20% para a segunda. Por esse motivo, a variância foi de 180,10 para ambas as alternativas.

Para execução de uma obra de duplicação ou novo trecho rodoviário, além da licença ambiental, se faz necessária a obtenção de autorizações específicas quando houver, por exemplo, intervenção em fragmento de vegetação e/ou área de preservação permanente (APP), ou intervenção em recursos hídricos.

Em duplicações, na maioria das vezes a supressão da vegetação é autorizada pela impossibilidade de alternativas de traçado e por ser obra de utilidade pública. Para isso, precede-se necessariamente a realização de inventário florestal, seja por censo ou por amostragem florestal, conforme determina a legislação, para subsidiar a obtenção da autorização para supressão de vegetação (ASV).

Os principais itens desse estudo são a caracterização do bioma, identificação de todas as espécies (nativas, exóticas e ameaçadas de extinção) a serem suprimidas se a amostragem for por censo, contendo nome científico e popular bem como medidas de altura do fuste e total e diâmetro da altura do peito (DAP), mapas e capítulo de compensação ambiental devido ao corte (SIMINSKI, 2009).

Algumas intervenções em recursos hídricos também são passíveis de obtenção de autorização específica para este caso, denominada de outorga emitida pelo órgão regulador dos recursos hídricos. Faz-se necessário quando houver captação de água para suprir a necessidade das obras, seja de águas superficiais ou subterrâneas, ou quando a obra passar por um curso d'água, como é o caso da construção de uma ponte ou passagem subterrânea de cabos de fibra ótica.

A Tabela 12 apresenta os valores de prioridade média local com relação às variáveis do subcritério cadastro ambiental específico (CAE): ausência de cadastro para instalação e utilização de áreas de empréstimo (jazidas) (ALT.01), ausência de cadastro para instalação e utilização de bota-fora solo excedente (ALT.02), ausência de cadastro para instalação e utilização de bota-espera de frezado (ALT.03), ausência de cadastro para instalação e utilização de bota-espera de resíduos classe A perante o CONAMA 307:2002 e CONAMA 448:2012 (ALT.04), ausência de cadastro para instalação e utilização de bota-espera de matéria-prima (ALT.05), ausência de cadastro para instalação e utilização de canteiro de obras (ALT. 06), ausência de cadastro para instalação e utilização de caminhos de serviço (ALT.07) e ausência do termo de encerramento/recuperação de área de apoio (ALT. 08).

**Tabela 12 - Prioridade média local do subcritério cadastro ambiental específico com relação às alternativas.**

<b>CADASTRO AMBIENTAL ESPECÍFICO</b>								
	<b>ALT.01</b>	<b>ALT.02</b>	<b>ALT.03</b>	<b>ALT.04</b>	<b>ALT.05</b>	<b>ALT.06</b>	<b>ALT.07</b>	<b>ALT.08</b>
P1	23,7%	23,7%	6,5%	6,5%	2,9%	6,5%	23,7%	6,5%
P2	16,6%	16,7%	16,7%	16,7%	3,0%	16,7%	9,4%	4,3%
P3	10,6%	10,6%	10,6%	10,6%	5,7%	20,5%	10,6%	20,5%
P4	12,5%	12,5%	12,5%	12,5%	12,5%	12,5%	12,5%	12,5%
P5	11,8%	11,8%	6,2%	11,8%	11,8%	11,8%	11,8%	22,9%
MÉDIA	15,04%	15,06%	10,50%	11,62%	7,18%	13,60%	13,60%	13,34%
VARIÂNCIA	28,52%	28,62%	19,27%	13,47%	21,90%	27,98%	33,29%	67,90%
DES.PAD.	± 5,34%	± 5,35%	± 4,39%	± 3,67%	± 4,68%	± 5,29%	± 5,77%	± 8,24%

**Fonte: Elaborado pelo autor.**

As alternativas 01, 02, 06, 07 e 08 apresentaram os maiores pesos médios com ponderações próximas, sendo respectivamente 15,04%, 15,06%, 13,60%, 13,60% e 13,34%. Na sequência, a ALT. 03 e ALT. 04 apresentaram pesos médios de 10,50% e 11,62%. E por fim, têm-se a alternativa 05 com peso médio de 7,18%. A variância se mostrou alta em todas alternativas, acusando respostas diferentes da média geral, a maior variância foi 67,90% para alternativa 08 e a menor 13,47% para alternativa 04.

Apenas o profissional 01 teve todas as suas respostas diferentes da média, já os demais, pelo menos uma alternativa coincidiu com a media geral do grupo. As alternativas 03, 05 e 06 de P3, as alternativas 07 e 08 de P4, as alternativas 01 e 02 de P2 e a alternativa 03 de P3 foram similares a média.

O profissional 04 graduado em geografia ponderou com 12,5% igualmente todas as alternativas. Apesar do subcritério CAE ter oito alternativas P1, P3 e P5 atribuíram três pesos para todo conjunto de alternativas, isso indica que os profissionais julgaram mesma magnitude de impacto para conjuntos de alternativas.

Considerando toda a amostra de dados, as alternativas com maiores pesos de ponderação foram a 01, 02 e 07 com valor de 23,7% com relação ao total, empregada pelo profissional 01, que também ponderou o menor valor, de 2,9% para alternativa 05.

Conforme Portaria Nº 289 (BRASIL, 2013), os cadastros ambientais específicos não são passíveis de serem cobrados pelo órgão ambiental na maioria dos casos, porém nos estudos ambientais são indicadas as áreas de jazidas

minerais e locais para bota fora de solo excedente. Sendo assim, o cadastro é uma forma de organizar as informações que serão apresentadas para os órgãos por meio de relatórios e estudos. Quando fala-se, por exemplo, de 30 bota-foras, 40 jazidas, 50 bota-esperas tudo num mesmo trecho de rodovia o cadastramento de forma ordenada faz sentido para gerir as informações.

As principais necessidades minerais das obras são relativas à britas e ao solo. As britas se originam de áreas próximas à rodovia quando existe disponibilidade. Muitas vezes o solo utilizado em aterros é originado de locais de corte, quando o solo não possui características próprias para o uso e volume não suficiente, são adquiridos de outros locais. O solo inservível é depositado em áreas de bota-fora, dando-se preferência para depressões ao longo do trecho.

Os caminhos de serviços são comuns em obras em que há a necessidade de se adentrar com maquinários próximos ao curso d'água, necessitando-se remover a vegetação. Após a conclusão da obra recupera-se o local por meio do restabelecimento da cobertura vegetal.

A Tabela 13 apresenta os valores de prioridade média local com relação às alternativas do subcritério fauna (FAU): não realização do manejo, afugentamento ou resgate da fauna na etapa de supressão de vegetação (ALT.01), atropelamento de fauna por veículos de obras ou veículos de terceiros (ALT. 02) e caça de fauna (ALT. 03).

**Tabela 13 - Prioridade média local do subcritério fauna com relação às alternativas.**

<b>FAUNA</b>			
	<b>ALT.01</b>	<b>ALT.02</b>	<b>ALT.03</b>
P1	25,0%	25,0%	50,0%
P2	27,1%	8,5%	64,4%
P3	40,0%	20,0%	40,0%
P4	71,4%	14,3%	14,3%
P5	33,3%	33,3%	33,3%
MÉDIA	39,36%	20,22%	40,40%
VARIÂNCIA	354,95%	91,58%	350,06%
DES.PAD.	± 18,84%	± 9,57%	± 18,71%

**Fonte: Elaborado pelo autor.**

A alternativa com maior peso médio ponderado entre todos os profissionais foi a 03 com 40,40% com desvio padrão de 18,71%, em seguida vem à alternativa 01, que praticamente não apresentou diferença significativa com a primeira, tendo peso e desvio padrão de 39,36% e 18,84%, respectivamente. E na sequência a alternativa 02 com peso médio de 20,22%.

O P3 foi o único profissional que apresentou consenso em suas respostas com relação à média geral do grupo, enquanto o P5 graduado em biologia não viu diferença entre as três alternativas ponderando todas com peso de 33,33%, justificando que todas as não conformidades são de alto impacto ao meio ambiente, e não havendo diferença significativas entre elas.

O P4 ponderou a ALT.01 com 71,4%, sendo este maior valor dentre o conjunto de dados, e o menor valor foi de 8,5%, valorado por P2.

O maior impacto ponderado foi à caça de fauna, que é proibida pela legislação ambiental brasileira, em alguns casos ela ocorre por meio de colaboradores que estão participando das obras e que são acostumados a caçar na área rural. Conforme o artigo 29 da Lei 9.605 (BRASIL, 1998) matar, perseguir, caçar, apanhar, utilizar espécimes de fauna silvestre, nativos ou em rota migratória, sem a devida permissão, licença ou autorização da autoridade competente, ou em desacordo com a obtida, se deflagra pena de detenção de seis meses a um ano e multa.

O afugentamento e resgate da fauna antes e durante as atividades de intervenção na vegetação é uma ação importante para minimizar os impactos sobre a fauna (OEHLMEYER et al., 2010). Objetivo dessa ação se dá em afastar a fauna do local de intervenção, e para isso, toda área deve ser percorrida para reconhecer os locais mais críticos como tocas, ninhos e passagens para realizar o afugentamento ou resgate e relocação dos animais para áreas seguras.

Por si só a o ruído causado pelo tráfego de veículos afugenta a fauna por assustá-las com o barulho. Estudos realizados comprovaram que vibrações e ruídos que estenderam-se entre 200 e 800 m, afeta tartaruga, espécies de anuras, ou a reprodução de aves e o seu sucesso reprodutivo (EIGENBROD et al., 2009; BOARMAN E SAZAKI, 2006; REIJNEN E FOPPEN, 1994; REIJNEN et al., 1997). O impacto pode ocorrer por até 2000 a 5000 m para espécies de mamífero distintas que são extremamente sensíveis ao ruído, como alces do sexo feminino (SHANLEY E PYARE, 2011; BENÍTEZ-LÓPEZ et al., 2010).

A Tabela 14 apresenta os valores de prioridade média local com relação às alternativas do subcritério vegetação (VEG): não utilização da prática de raspagem e armazenamento adequado da camada vegetal e solo superficial (ALT.01), armazenamento inadequado de material vegetal (ALT.02), presença de restos de material vegetal em obras ou área de apoio (ALT.03), queima de material vegetal (ALT.04), serviços indevidos em área de preservação permanente (APP), (ALT.05), soterramento de material vegetal (ALT.06), danos físicos ou mecânicos a vegetação (ALT.07), ausência de delimitação da área vegetada ou área de preservação permanente (APP) a ser suprimida (ALT. 08) e cobertura vegetal deficitária para proteção superficial após conclusão da obra (ALT. 09).

**Tabela 14 - Prioridade média local do subcritério vegetação com relação às alternativas.**

VEGETAÇÃO									
	ALT.01	ALT.02	ALT.03	ALT.04	ALT.05	ALT.06	ALT.07	ALT.08	ALT.09
P1	5,2%	5,2%	2,4%	18,9%	18,9%	3,4%	18,9%	18,9%	8,1%
P2	6,4%	6,4%	2,4%	10,9%	26,6%	17,2%	17,2%	6,4%	6,4%
P3	4,4%	4,4%	7,3%	21,1%	21,1%	12,4%	12,4%	4,4%	12,4%
P4	10,1%	5,7%	5,7%	18,1%	18,1%	3,6%	10,1%	12,7%	16,0%
P5	7,0%	4,3%	7,0%	13,6%	13,6%	13,6%	13,6%	13,6%	13,6%
MÉDIA	6,62%	5,20%	4,96%	16,52%	19,66%	10,04%	14,44%	11,20%	11,30%
VARIÂNCIA	4,80%	0,79%	5,81%	17,31%	22,47%	38,81%	12,82%	34,11%	15,68%
DES.PAD.	±2,19%	±0,89%	±2,41%	±4,16%	±4,74%	±6,23%	±3,58%	±5,84%	±3,96%

**Fonte: Elaborado pelo autor.**

As não conformidades ambientais que ocorrem em área de preservação permanente (APP), representada pela alternativa 05, apresentou peso médio entre os profissionais de 19,66% com desvio padrão de 4,74%, sendo este o maior valor de impacto ambiental pertencente ao subcritério vegetação.

Segundo a Lei 12.651 (BRASIL, 2012, art. 8) a intervenção ou a supressão de vegetação nativa em Área de Preservação Permanente somente ocorrerá nas hipóteses de utilidade pública, de interesse social ou de baixo impacto ambiental previstas nesta Lei.

A queima de material e danos físicos ou mecânicos para vegetação aparecem na segunda e terceira ordem de preferencia, com ponderações respectivas de 16,52% e 14,44%. Conforme o artigo 38 da Lei 12.651 (BRASIL,

2012) é proibido o uso de fogo na vegetação, exceto em casos específicos mediante a autorização ou licença do órgão competente.

A alternativa com menor potencial de impactar o ambiente foi o armazenamento inadequado de material vegetal, com peso médio de 5,20%, e desvio padrão de 0,89%.

A maior variância foi de 34,11% para alternativa 08 e a menor foi 0,79% para alternativa 02 referente ao armazenamento inadequado de material.

O profissional 04 graduado em geografia foi o que teve suas respostas mais próximas à média geral, coincidindo com as alternativas 03, 04, 05 e 07, seguindo do profissional 02 que coincidiu com as alternativas 02, 04 e 05, e o profissional 02 que coincidiu com a alternativa 01. Os demais não ponderaram nenhum peso igual à média.

Estudos descobriram efeitos externos a faixa de domínio da rodovia com impacto significativo estendendo-se desde cerca de 15 a cerca de 200 m para emissões de material, as quais pode reprimir a germinação de plantas e também pode alterar a relação de competitiva e, portanto, a composição da planta (RECK E KAULE, 1992; FORMAN et al., 2003). Pode-se atribuir essas alterações ao efeito de borda criado pela passagem da rodovia ou ampliação desta área, em que agente externos interferem na área interna do fragmento de mata.

A Tabela 15 apresenta os valores de prioridade média local com relação às alternativas do subcritério erosão (ERS): solo superficial desprotegido em locais com risco de processos erosivos (ALT.01), processo erosivo inicial (laminar) (ALT.02), sulcos erosivos em taludes de corte ou aterro (ALT.03), processo erosivo em fase de ravina (ATL. 04), processo erosivo em fase de voçoroca (ALT.05), escorregamentos (ALT.06) e recalque em aterro (ALT. 07).

Apesar da não conformidade relacionada com solo desprotegido em área com potencial de ocorrer iniciar processo erosivo receber a maior ponderação, que foi de 34,2%, dada pelo P5, ela também recebeu a menor ponderação (4,8%) empregada por P2. Sendo assim, ficou com a segunda média geral com peso de 22,48% e variância de 123,21% sendo a maior. O solo desprotegido é a causa dos impactos ambientais de erosões e assoreamentos, sendo necessário a mitigação ou eliminação deste em sua origem, por meio da proteção definitiva do solo com a revegetação ou construção de estruturas civis, ou pela proteção provisória com manta geotêxtil e serviços de drenagem.

**Tabela 15 - Prioridade média local do subcritério erosão com relação às alternativas.**

EROSÃO							
	ALT.01	ALT.02	ALT.03	ALT.04	ALT.05	ALT.06	ALT.07
P1	28,2%	5,9%	5,9%	10,5%	28,2%	10,5%	10,5%
P2	4,8%	8,1%	14,1%	22,6%	34,3%	8,1%	8,1%
P3	20,0%	10,0%	10,0%	20,0%	20,0%	10,0%	10,0%
P4	25,4%	8,8%	14,8%	14,8%	25,4%	5,3%	5,3%
P5	34,0%	6,4%	11,9%	11,9%	11,9%	11,9%	11,9%
MÉDIA	22,48%	7,84%	11,34%	15,96%	23,96%	9,16%	9,16%
VARIÂNCIA	123,21%	2,86%	12,82%	27,04%	72,01%	6,50%	6,50%
DES.PAD.	± 11,10%	± 1,69%	± 3,58%	± 5,20%	± 8,49%	± 2,55%	± 2,55%

**Fonte: Elaborado pelo autor.**

Processo erosivo em estágio de voçoroca e ravina ocuparam a primeira e terceira escala de preferencia, com pesos médios de 23,96% e 15,96% e variância de 72,01% e 27,04%, respectivamente.

Nesse contexto, a legislação nacional, pela lei 6.225, sobre proteção do solo dispõe sobre discriminação, pelo Ministério da Agricultura, de regiões para execução obrigatória de planos de proteção ao solo e de combate à erosão e dá outras providências (BRASIL, 1975).

Conforme se observa acima, as três alternativas com maior peso são as que apresentaram maiores valores de variância, indicando pouco consenso entre as respostas dos profissionais, em contrapartida, as alternativas 02, 06 e 07 podem ser considerada em concordância entre os profissionais.

Das sete alternativas do critério ERS os profissionais 03, 04 e 05 foram os que apresentaram maiores quantidades de alternativas coincidentes com a média geral, sendo respectivamente cinco, quatro e quatro alternativas iguais.

No estudo de Loro et al (2014) que apresenta uma revisão de estudos de impacto ambiental na Espanha é mencionado três variáveis físicas, a declividade do terreno, a qualidade geotécnica do solo para construção de estradas e risco de inundações. Outra variável incluída em alguns estudos é potencial erosivo ou taxa de perda de solo (t/ha-ano), esta variável complementa o risco de instabilidade de taludes e ajuda a estabelecer áreas com maior potencial de sofrer processos erosivos na ausência de vegetação. Essas variáveis não abrangem o cenário de não

conformidades deste estudo, mas vale ser analisadas em outra ocasião para criação de indicadores de desempenho ambiental.

A Tabela 16 apresenta os valores de prioridade média local com relação às alternativas do subcritério assoreamento (ASS): assoreamento de sistema de drenagem pluvial (canelas, tubulações, caixa de passagem/inspeção, bueiros) com solo de obras ou propriedade lindeira (ALT.01), assoreamento de curso d'água com solo de obras ou propriedade lindeira (ALT.02), carreamento de solo para propriedade lindeira ou áreas protegidas (ALT. 03), carreamento de solo para obras ou áreas de apoio (ALT.04) e carreamento de solo para corpo estradal (ALT. 05).

**Tabela 16 - Prioridade média local do subcritério assoreamento com relação às alternativas.**

<b>ASSOREAMENTO</b>					
	<b>ALT.01</b>	<b>ALT.02</b>	<b>ALT.03</b>	<b>ALT.04</b>	<b>ALT.05</b>
P1	35,9%	35,9%	15,3%	6,4%	6,4%
P2	13,7%	40,3%	24,4%	7,9%	13,7%
P3	16,9%	42,5%	27,0%	6,8%	6,8%
P4	15,8%	29,8%	29,8%	15,8%	8,9%
P5	23,1%	23,1%	23,1%	7,7%	23,1%
MÉDIA	21,08%	34,32%	23,92%	8,92%	11,78%
VARIÂNCIA	80,82%	62,88%	29,81%	15,21%	48,44%
DES.PAD.	± 8,99%	± 7,93%	± 5,46%	± 3,90%	± 6,96%

**Fonte: Elaborado pelo autor.**

As alternativas 04 e 05 foram as que tiveram menores pesos médios, 8,92% e 11,78%, em ambas o impacto decorrente do carreamento de solo ocorre na maioria dentro do limite do empreendimento rodoviário que corresponde toda a área da faixa de domínio, salvo em casos, que as áreas de apoio são localizadas em locais lindeiros a pista. Tal fato pode justificar essa ponderação.

A média de 34,32% foi a maior ponderação atribuída para impacto oriundo do arraste de solo para recursos hídrico ou área lindeira (ALT.02). Esse impacto causa o assoreamento do corpo d'água prejudicando a vida do ecossistema aquático, e o solo, além de que, a dinâmica do fluxo de água pode difundir a degradação para distancia significativa, agravando ainda mais o impacto.

Já o carreamento de solo para local lindeiro a faixa de domínio ou áreas protegidas, que apareceu na segunda colocação com média de 23,92%, geralmente

ocorre em área de pastagem, agricultura, com indivíduos arbóreos ou área urbana. Normalmente, nesses terrenos é mais fácil a remoção do solo levando em comparação com o recurso hídrico. Ainda considera-se, que se o solo for carreamento para um fragmento florestal, a remoção desta massa de solo irá prejudicar as plântulas, que são plantas recém-nascidas que se desenvolvem abaixo do sub-bosque, tendo esse fato como mais impactante do que arraste de solo para agricultura ou pastagem.

Geralmente concomitante ou após a etapa de terraplenagem é que se instala o sistema de drenagem pluvial, e a não proteção da entrada de cada disposto em locais que a cota do solo acima da entrada, a ocorrência de precipitação leva solo para o interior da drenagem. As drenagens que finalizam em cursos d'água tem como impacto o assoreamento, e as que finalizam pastagem, agricultura carrega solo para o local. Essa não conformidade teve média de peso de 21,08%, ficando na terceira ordem de preferência.

Além disso, na rodovia a modificação física da paisagem pode produzir mudanças no clima local, alterando ventos, temperatura e umidade. Inclui-se alterações no sistema de hidrológico e os efeitos a jusante pode ocorrer porque as estradas podem bloquear fluxos de água, aumentar o risco de inundações, ou contribuir para a erosão, carreamento de sedimentos e assoreamento (FORMAN et al., 2003).

Das cinco alternativas sobre ASS, o profissional 02 coincidiu sua resposta com três alternativas igual a média, o profissional 05 com duas e o profissional 01 com uma.

A Tabela 17 apresenta os valores de prioridade média local com relação às alternativas do critério resíduos sólidos (RES): ausência de envio de comprovantes de correta destinação dos resíduos para Concessionária por parte de Empreiteiras ou de Terceiros (ALT.01), ausência de área/local adequado e identificado nas obras para armazenamento temporário de resíduo de concreto, pavimentação, tubulação de concreto danificada, tijolos, classificados como A perante o CONAMA 307:2002 e CONAMA 448:2012 (ALT.02), ausência de baias e/ou local adequado e identificado nas obras para armazenamento temporário de resíduo reciclável (classe B) e/ou perigoso (classe D) perante o CONAMA 307:2002 e CONAMA 448:2012 (ALT.03), ausência de coletores (lixeiros) para resíduos domésticos gerados nas áreas de vivência ou outras (coletores reciclável, orgânico e rejeito) conforme a norma ABNT

NBR 10.004:2004 (ALT. 04), transbordamento de resíduos armazenados em recipientes, baias e locais (ALT.05), deposição ou armazenamento de resíduos de classes diferentes misturados (ALT.06), deposição ou armazenamento de resíduos em local inadequado (ALT.07), disposição (destinação final) de resíduos em local inadequado (ALT.08), contaminação do solo por resíduos ou restos de concreto (ALT.09), contaminação do recurso hídrico por resíduos ou restos de concreto (ALT.10), ausência de proteção para transporte de resíduos ou matéria-prima (sem lona ou cobertura deficitária) (ALT.11) e queima de resíduos (ALT.12).

**Tabela 17 - Prioridade média local do critério resíduos sólidos com relação às alternativas.**

RESÍDUOS SÓLIDOS												
	ALT. 01	ALT. 02	ALT. 03	ALT. 04	ALT. 05	ALT. 06	ALT. 07	ALT. 08	ALT. 09	ALT. 10	ALT. 11	ALT. 12
P1	5,5%	2,1%	4,5%	4,8%	7,4%	13,4 %	13,4 %	13,4 %	5,7%	13,4 %	3,0%	13,4 %
P2	12,7 %	4,2%	7,4%	4,2%	4,2%	4,2%	7,4%	20,1 %	7,4%	12,7 %	2,6%	12,7 %
P3	3,8%	6,8%	6,8%	6,8%	6,8%	6,8%	12,9 %	12,9 %	3,8%	12,9 %	6,8%	12,9 %
P4	4,8%	4,8%	8,6%	4,8%	4,8%	8,6%	8,6%	14,8 %	8,6%	14,8 %	1,8%	14,8 %
P5	9,5%	4,8%	4,8%	9,5%	4,8%	9,5%	9,5%	9,5%	9,5%	9,5%	9,5%	9,5%
MÉDIA	7,26 %	4,54 %	6,42 %	6,02 %	5,60 %	8,50 %	10,3 6%	14,1 4%	7,00 %	12,6 6%	4,74 %	12,6 6%
VARIÂNCIA	13,9 1%	2,82 %	3,03 %	4,75 %	1,99 %	11,6 3%	7,07 %	14,9 0%	5,24 %	3,80 %	10,7 6%	3,80 %
DES.PAD.	± 3,73 %	± 1,68 %	± 1,74 %	± 2,18 %	± 1,41 %	± 3,41 %	± 2,66 %	± 3,86 %	± 2,29 %	± 1,95 %	± 3,28 %	± 1,95 %

**Fonte: Elaborado pelo autor.**

A disposição final dos resíduos de forma inadequada gera grande impacto e passivo a meio ambiente, como exemplo, pode-se citar o soterramento de resíduos Classe A perante a Resolução CONAMA 307:2002 de forma inadequada e difusa ao longo da faixa de domínio da rodovia, se não houver aterro da construção civil próximo ao local das obras, estes resíduos devem ser armazenados de forma temporária em bota-espera de resíduos pré-estabelecidos e cadastrados em áreas com ausência de restrições ambientais, e quando houver volume viável deve-se estudar uma melhor destinação dentro dos princípios da referida resolução. Sendo

assim com 14,1% de preferência a alternativa referente à disposição de resíduos em lugar inadequado foi a mais ponderada, apresentando variância de 14,90%.

Em ordem de preferência entre os profissionais apareceu à queima de resíduos e a contaminação de recursos hídricos, ambas com 12,6% e variância de 3,80%. Além de se constituir como crime ao meio ambiente conforme a Lei Federal nº 9.605, a queima de resíduos libera gases tóxicos ao meio ambiente.

Com 10,3% na quarta ordem das preferências e variância de 7,07% ficou a deposição ou armazenamento de resíduos em local inadequado. Nas obras devem ser previstos locais adequados para o armazenamento de resíduos, pois a ausência causa a não segregação na fonte e dificulta as práticas de reutilização e reciclagem.

Para que a correta gestão dos resíduos ocorra durante as obras, devem ser previstos a instalação de baias ou destinação de áreas identificadas e cercadas para o armazenamento temporário dos resíduos Classe A, B e D (Resolução CONAMA 307:2002) e os resíduos domésticos recicláveis, orgânicos e rejeitos (ABNT, 2004).

Além disso, os funcionários devem passar por treinamento para que sempre aplique primeiramente a prática de reduzir a quantidade de resíduos gerados, na impossibilidade, tentar reutilizar o material para algum fim útil, e na ausência de utilidade, armazená-los nos locais para que possam ser enviados para reciclagem.

Os resíduos também devem ser segregados na fonte geradora e não devem ser dispostos em locais inadequados. Após o armazenamento temporário, os resíduos devem ser encaminhados para locais providos de licença ambiental, de forma a garantir o cumprimento de condicionantes ambientais sobre a cadeia dos resíduos.

Além da Resolução CONAMA 307:2002 que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, podemos mencionar a NBR 10004:2004 que classifica os resíduos sólidos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, para que possam ser gerenciados adequadamente (ABNT, 2004).

A Tabela 18 apresenta os valores de prioridade média local com relação às alternativas do subcritério esgoto doméstico/sanitário (ESG): ausência de envio de comprovantes de correta destinação do esgoto de banheiro químico para Concessionária por parte de Empreiteiras ou Terceiros (ALT.01), ausência de sistema de tratamento (tanque séptico + filtro anaeróbio + sumidouro) de esgoto doméstico para banheiros (ALT.02), ausência de manutenção para sistema de

tratamento de esgoto doméstico (ALT.03), banheiros em locais indevidos (ALT.04), lançamento de esgoto doméstico no solo sem tratamento (ALT.05) e lançamento de esgoto doméstico em recurso hídrico sem tratamento (ALT.06).

**Tabela 18 - Prioridade média local do subcritério esgoto doméstico/sanitário com relação às alternativas.**

	ESGOTO DOMÉSTICO/SANITÁRIO					
	ALT.01	ALT.02	ALT.03	ALT.04	ALT.05	ALT.06
P1	7,6%	7,6%	23,9%	23,9%	13,2%	23,9%
P2	9,0%	16,4%	9,0%	9,0%	28,3%	28,3%
P3	7,1%	21,4%	21,4%	7,1%	21,4%	21,4%
P4	6,0%	17,6%	9,7%	17,6%	17,6%	31,5%
P5	19,0%	19,0%	19,0%	4,8%	19,0%	19,0%
MÉDIA	9,74%	16,40%	16,60%	12,48%	19,90%	24,82%
VARIÂNCIA	27,98%	27,67%	46,92%	64,16%	30,91%	25,81%
DES.PAD.	± 5,29%	± 5,26%	± 6,85%	± 8,01%	± 5,56%	± 5,08%

**Fonte: Elaborado pelo autor.**

O despejo de esgoto doméstico em recurso hídrico e no solo foram às alternativas com maiores ponderações, correspondendo respectivamente ALT.06 24,82% e ALT. 05 19,90%.

Quanto a estas alternativas, a NBR 7229:1993 estabelece diretrizes e parâmetros para projetos, construção e operação de sistemas de tanques sépticos, incluindo também tratamento e disposição de efluentes e lodo sedimentado. Tem por objetivo preservar a saúde pública e ambiental, a higiene, o conforto e a segurança dos habitantes de áreas servidas por estes sistemas (ABNT, 1993).

Em complemento a norma acima, a NBR 13969:1997 estabelece diretrizes e parâmetros para unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos abrangendo o projeto, construção e operação. Esta Norma tem por objetivo oferecer alternativas de procedimentos técnicos para o projeto, construção e operação de unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos de tanque séptico, dentro do sistema de tanque séptico para o tratamento local de esgotos (ABNT, 1997).

Se adotado banheiros químicos na obra deve-se realizar a limpeza diária do mesmo para garantir a higiene, e retirar o esgoto para ser destinado a uma estação de tratamento. Ou se a solução for banheiros convencionais providos de sistemas de

tanques sépticos (tanque séptico + filtro anaeróbio + sumidouro), deve-se retirar e destinar corretamente de forma periódica o lodo acumulado no compartimento do tanque séptico e filtro anaeróbio. Nesse sentido, a alternativa 03 apresenta a terceira ordem de preferência entre os profissionais com peso médio de 16,60 e variância de 46,92%.

Os sanitários com ausência de sistema de tratamento para o efluente deflagra-se como não conformidade ambiental, a chamada “fossa negra” exemplifica esta situação, pois consiste num banheiro em que o despejo é lançado diretamente em uma vala no solo. Sobre essa situação, na terceira ordem de preferência entre os profissionais com peso médio de 16,40% e variância de 27,67% aparece a alternativa 02.

Na sequência, com peso médio de 12,48% e variância de 64,16% tem-se a alternativa 04 sobre localização de banheiros em locais indevidos. Os banheiros não podem ficar próximos à pista de rolamento devido ao risco de acidentes, dentro de áreas de preservação permanente (APP) e locais com restrições ambientais.

As alternativas 01 e 02 ponderadas pelo P2 coincidiu com a média geral do grupo, as alternativas 03 e 05 com P5, e a alternativa 06 com P1. P3 e P4 não ponderaram nenhum valor igual a média. O profissional 05 formado em biologia mostrou uma tendência em suas respostas, ponderando cinco alternativas com 19,0% e uma 4,8%.

A Tabela 19 apresenta os valores de prioridade média local com relação às alternativas do subcritério efluente de fabricação de concreto (EFC): ausência de sistema de tratamento para efluente com resíduos de concreto (ALT.01), ausência de manutenção para sistema de tratamento para efluente com resíduos de concreto (ALT. 02), sistema de tratamento de efluente de concreto em local indevido (ALT.03), contaminação do solo por efluente com resíduos de concreto (ALT.04) e contaminação de recurso hídrico por efluente com resíduos de concreto (ALT.05),.

As alternativas 05 e 03 foram as que tiveram maior ponderação médias com relação ao conjunto de alternativas do subcritério, tendo pesos de 29,94% e 22,10%, e variâncias de 147,62% indicando respostas distantes da média e 13,10%, respectivamente.

**Tabela 19 - Prioridade média local do subcritério efluente de lavagem de veículo ou equipamento contendo resíduo de concreto com relação às alternativas.**

<b>EFLUENTE DE LAVAGEM DE VEÍCULO OU EQUIPAMENTO CONTENDO RESÍDUO DE CONCRETO</b>					
	<b>ALT.01</b>	<b>ALT.02</b>	<b>ALT.03</b>	<b>ALT.04</b>	<b>ALT.05</b>
P1	9,1%	27,3%	27,3%	9,1%	27,3%
P2	9,6%	17,7%	17,7%	9,6%	45,4%
P3	12,4%	12,4%	23,4%	12,4%	39,5%
P4	22,1%	22,1%	22,1%	16,1%	17,5%
P5	20,0%	20,0%	20,0%	20,0%	20,0%
MÉDIA	14,64%	19,90%	22,10%	13,44%	29,94%
VARIÂNCIA	36,36%	30,14%	13,10%	21,16%	147,62%
DES.PAD.	± 6,03%	± 5,49%	± 3,62%	± 4,60%	± 12,15%

**Fonte: Elaborado pelo autor.**

Nesse sentido, o efluente gerado a partir da lavagem de veículo ou equipamento contendo resíduo de concreto deve passar por sistema de tratamento físico constituído de sedimentadores e filtro com manta geotêxtil, para remoção dos vestígios de concreto. A água de descarte na maioria das vezes confere um pH básico, que necessita ser corrigido pela adição de uma ácido, para que ocorra a neutralização.

A ausência de retirada em uma frequência adequada do lodo de concreto do sistema de tratamento prejudica o funcionamento do sistema, conferindo a água de descarte concentrações significativa dos produtos químicos utilizados na fabricação de concreto. Para essa questão, com peso médio de 19,90% e variância de 30,14% tem-se a alternativa 02.

Apenas o P2 não apresentou nenhuma resposta coincidente com a média geral. O P3 coincidiu com a média das alternativas 01 e 04, P5 com a alternativa 02, P4 com a alternativa 03, e P1 com a alternativa 05. Com a mesma tendência de ESG o profissional 05 ponderou todas suas alternativas com o mesmo peso.

A Tabela 20 apresenta os valores de prioridade média local com relação às alternativas do subcritério efluente oleoso (EFO): ausência de sistema de tratamento para efluente oleoso (caixas separadoras de água e óleo SAO) (ALT.01), ausência de manutenção para sistema de tratamento de efluente oleoso (ALT.02), ausência de envio de comprovantes de correta destinação da borra de óleo da caixa SAO para Concessionária por parte de Empreiteiras/Terceiros (ALT.03), sistema de

tratamento de efluente oleoso em local indevido (ALT.04), contaminação do solo por efluente oleoso (ALT.05) e contaminação de recurso hídrico por efluente oleoso (ALT.06).

**Tabela 20 - Prioridade média local do subcritério efluente oleoso com relação às alternativas.**

<b>EFLUENTE OLEOSO</b>						
	<b>ALT.01</b>	<b>ALT.02</b>	<b>ALT.03</b>	<b>ALT.04</b>	<b>ALT.05</b>	<b>ALT.06</b>
P1	18,8%	18,8%	6,3%	18,8%	18,8%	18,8%
P2	9,8%	17,0%	5,9%	9,8%	28,8%	28,8%
P3	13,6%	13,6%	7,5%	13,6%	25,9%	25,9%
P4	5,6%	5,6%	22,2%	22,2%	22,2%	22,2%
P5	18,2%	18,2%	9,1%	18,2%	18,2%	18,2%
MÉDIA	13,20%	14,64%	10,20%	16,52%	22,78%	22,78%
VARIÂNCIA	31,47%	29,59%	46,51%	23,52%	20,79%	20,79%
DES.PAD.	± 5,61%	± 5,44%	± 6,82%	± 4,85%	± 4,56%	± 4,56%

**Fonte: Elaborado pelo autor.**

Ambas com pesos de 22,78% e variância de 20,79%, a alternativa 05 e alternativa 06 tiveram as mesmas ponderações. Elas referem-se sobre a contaminação solo e recurso hídrico por efluente oleoso.

Nesse sentido, onde há o armazenamento de materiais com o potencial de geração de efluentes oleosos deve ser instalado sistema de tratamento, conforme os parâmetros e diretrizes da NBR 14605-2:2010 sobre sistema de drenagem oleosa, fixando projeto, metodologia de dimensionamento de vazão, instalação e operação. Esse sistema tem como função coletar os afluentes oleosos, tratar, remover os resíduos oleosos livres, sólidos flutuantes e sedimentáveis, e destinar os efluentes para rede coletora, corpo receptor ou para compartimento de contenção para posterior destinação, em conformidade com a legislação pertinente. O sistema é composto por área de contribuição, canaletas, tubulações, caixa de areia, sistema de retenção de resíduos flutuantes, separador de água e óleo, reservatório de óleo separado, caixa de amostragem de efluente (ABNT, 2010).

A Resolução CONAMA Nº 357:2005 e Resolução CONAMA Nº 430:2011 estabelece os padrões de lançamento de efluentes líquidos em corpos receptores, e com relação a óleos e graxas de origem mineral o limite de concentração máxima de descarte permitido é 20 mg/L.

Com pesos médio de 16,52%, 14,64%, 13,20% e 10,20% e variância de 23,52%, 29,59%, 31,47% e 46,51% foram ponderadas as alternativas 04, 02, 01 e 03. Destaca-se que os altos valores de variância indicam valores diferentes da média geral do grupo. O P4 coincidiu sua ponderação com a média geral nas alternativas 05 e 06, o P3 com as alternativas 01 e 02, e o P5 com a alternativa 03.

A Tabela 21 apresenta os valores de prioridade média local com relação às alternativas do critério poluição atmosférica (ATM) sendo emissão de fumaça preta acima dos padrões da Escala Ringelmann por veículo ou equipamento (ALT.01), ausência de sistema de controle de poluição em chaminés de unidades industriais (ALT.02) e formação de poeira em suspensão (ALT.03).

**Tabela 21 - Prioridade média local do critério poluição atmosférica com relação às alternativas.**

<b>POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA</b>			
	<b>ALT.01</b>	<b>ALT.02</b>	<b>ALT.03</b>
P1	16,3%	54,0%	29,7%
P2	25,0%	50,0%	25,0%
P3	20,0%	60,0%	20,0%
P4	33,3%	33,3%	33,3%
P5	33,3%	33,3%	33,3%
MÉDIA	25,58%	46,12%	28,26%
VARIÂNCIA	59,14%	149,57%	32,95%
DES.PAD.	± 7,69%	± 12,23%	± 5,74%

**Fonte: Elaborado pelo autor.**

A primeira alternativa na escala de preferência dos profissionais foi a 02, com peso médio de 46,12% e desvio padrão de 12,23%. Para mitigar essa não conformidade ambiental, as unidades industriais que possuem chaminés devem contemplar sistema de controle de poluição, seja por filtros ou outros mecanismos de retenção de partículas e gases, engloba-se ainda medições de monitoramento a uma frequência pré-estabelecida pela legislação, com base na vazão de ar liberado e concentração de cada poluente.

Na sequência aparece à alternativa 03, com ponderação de 28,26% e desvio padrão de 5,74%, isso pode ser explicado, pois nos caminhos de serviços em que há passagem de veículos das obras aliado a condição climática seca ocorrem resuspensão de poeira que se chegar à pista de rolamento atrapalha a visão dos

usuários, podendo causar graves acidentes. Além disso, a inalação da poeira pode causar complicações respiratórias. E para minimizar tais efeitos, os caminhos devem ser umectados sob uma frequência adequada com a utilização de caminhão pipa.

Na terceira e última ordem de preferencia a alternativa 01 com 25,58% e desvio padrão de 7,69%. Neste contexto, os motores de equipamentos e veículos que utilizam combustível fóssil, principalmente aqueles sob o uso de óleo diesel, devem estar regulados para que a combustão ocorra de forma completa e minimize a geração de fumaça preta e gases tóxicos. Inclui-se também a utilização de filtros para diminuir a emissão das partículas ao meio ambiente, esses dispositivos possuem prazo de validade e devem ser verificados sob um plano de manutenção. Segundo Friedrich e Geldermann (2013) os principais gases liberados para atmosfera em decorrência da queima dos combustíveis fósseis são os NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, CO, CO<sub>2</sub>, CH<sub>x</sub>, partículas finas e fumaça preta.

A Tabela 22 apresenta os valores de prioridade média local com relação às alternativas do critério produtos perigosos (PER): contaminação do solo devido ao vazamento de equipamentos ou veículos (ALT.01), contaminação dos recursos hídricos devido ao vazamento de equipamentos ou veículos (ALT.02), local e/ou recipiente inadequado para armazenamento de produto perigoso (ALT.03) e ausência de dispositivo de contenção para vazamento de produtos perigosos de equipamentos/veículos (ALT.04).

**Tabela 22 - Prioridade média local do critério produtos perigosos com relação às alternativas.**

<b>PRODUTOS PERIGOSOS</b>				
	<b>ALT.01</b>	<b>ALT.02</b>	<b>ALT.03</b>	<b>ALT.04</b>
P1	25,0%	25,0%	25,0%	25,0%
P2	35,1%	35,1%	10,9%	18,9%
P3	33,3%	33,3%	16,7%	16,7%
P4	25,0%	25,0%	25,0%	25,0%
P5	25,0%	25,0%	25,0%	25,0%
MÉDIA	28,68%	28,68%	20,52%	22,12%
VARIÂNCIA	25,80%	25,80%	41,86%	16,16%
DES.PAD.	± 5,08%	± 5,08%	± 6,47%	± 4,02%

**Fonte: Elaborado pelo autor.**

A alternativa 01 e 02 tiveram os maiores pesos médios, ambas respectivamente com 28,68% e variância de 41,86%. Nas obras rodoviárias utilizam-se produtos químicos em diversas atividades construtivas como impermeabilizantes, tintas, solventes, combustíveis, graxas, entre outros. Devido ao seu potencial de contaminar o solo ou recursos hídricos, eles devem ser armazenados em locais com piso impermeável provido de cobertura, além de dispositivo de contenção para caso ocorra derrames acidentais.

Na sequência, com peso do de 22,12% e variância de 16,16% aparece a alternativa 04. E por último, com peso médio de 20,52% e variância de 41,86% vem a alternativa 03. Podemos citar a NBR 7500:2013 como exemplo de algumas parâmetros e diretrizes que devem ser adotados com relação a identificação para o transporte terrestre, manuseio, movimentação e armazenamento de produtos perigosos (ABNT, 2004). Inclui-se também a NBR 14064:2015 que fala sobre o transporte rodoviário de produtos perigosos dando diretrizes para atendimento a emergência (ABNT, 2015). Engloba-se a NBR 14619:2005 que fala sobre a incompatibilidade química de produtos perigosos (ABNT, 2005).

O profissional 01, 04 e 05 apresentou uma tendência comum em suas respostas, ponderando todas as alternativas com pesos iguais de 25%, indicando que não há diferença de impacto ambiental entre uma alternativa e outra. Além disso, as respostas de todos os profissionais não coincidiu com a média geral do grupo.

A Tabela 23 apresenta os valores de prioridade média local, com relação às alternativas do subcritério emissão de ruído (RUI) sendo veículo, equipamento ou unidade industrial emitindo ruído excessivo por motivos diversos (ALT.01) e veículo, equipamento ou unidade industrial emitindo ruído fora do horário de trabalho em local que apresenta receptores sensíveis (ALT.02).

A alternativa 02 com peso médio de 61,68% e variância de 125,22% foi a mais ponderada em termos de impacto ambiental pelos profissionais. E para isso, o horário de funcionamento das obras devem ocorrer dentro do horário permitido pela legislação do município, que geralmente se inicia as 7:00h e termina às 19:00.

**Tabela 23 - Prioridade média local do subcritério emissão de ruído com relação às alternativas.**

<b>EMIÇÃO DE RUÍDO</b>		
	<b>ALT.01</b>	<b>ALT.02</b>
P1	25,0%	75,0%
P2	33,3%	66,7%
P3	50,0%	50,0%
P4	33,3%	66,7%
P5	50,0%	50,0%
MÉDIA	38,32%	61,68%
VARIÂNCIA	125,22%	125,22%
DES.PAD.	± 11,19%	± 11,19%

**Fonte: Elaborado pelo autor.**

Na sequência, a alternativa 01 sobre emissão de ruído excessivo apresentou peso médio de 38,32% e variância 125,22%. Nesse sentido, os veículos e equipamentos devem ser providos de disposto silenciador em seus escapamentos para minimizar os efeitos do ruído gerado pelo motor, sendo que esses instrumentos devem ser verificados periodicamente sob um plano de manutenção preventiva. Para realizar as medições dos níveis de ruído, tem-se a Resolução CONAMA 01:1990 dispõe sobre critérios de padrões de emissão de ruídos decorrentes de quaisquer atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativas, inclusive as de propaganda política. Esta resolução faz menção a NBR 10151:2000 que estabelecem diretrizes e procedimentos para avaliação acústica do ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade

Além disso, o Estado de São Paulo por meio da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) é o único estado brasileiro que dispõem legislação específica para avaliação de ruído ambiental em rodovias, a Decisão de Diretoria nº 100/2009/P que sobre aprovação do procedimento para avaliação de níveis de ruído em sistemas lineares de transporte, e a Decisão de Diretoria nº 389/2010/P dispõe sobre a aprovação da Regulamentação de níveis de ruído em sistemas lineares de transportes localizados no Estado de São Paulo.

As emissões de ruídos de rodovias podem ser consideradas o impacto ambiental mais imediato e de grande relevância por afetar o bem estar dos seres humanos e animais (MCCLURE et al., 2013;. PARRIS E SCHNEIDER, 2008). Afetando-se ainda vários fins de comunicação, a caça ou a proteção da maioria das

espécies de animais, tais como aves, mamíferos, anfíbios e espécie, vários estudos encontraram um limiar de pressão sonora de negativo do ruído, sendo 55 dB(A) (DOOLING E POPPER, 2007; HELLDIN et al., 2013.; REIJNEN et al., 1996).

As respostas de todos os profissionais apresentaram duas tendências comuns. A primeira foi entre P3 e P5 que ponderaram igualmente as duas alternativas com 50%. E a segunda foi entre P1, P2 e P4 que ponderaram a alternativa 01 com peso entre 25,0% e 33,3%, e com peso entre 66,7% e 75,0% a alternativa 02.

A Tabela 24 apresenta os valores de prioridade média local com relação às alternativas do subcritério saúde e higiene do trabalhador (SAH) sendo colaborador(es) sem EPI's (ALT.01), colaborador(es) com EPI's inadequado (ALT.02), ausência de sanitários nas obras (ALT.03), instalações sanitárias inadequadas (ALT.04), canteiro de obras desorganizado (ALT.05) e ausência de sinalização indicativa de obras (ALT.06).

**Tabela 24 - Prioridade média local do subcritério saúde e higiene do trabalhador com relação às alternativas.**

<b>SAÚDE E HIGIENE DO TRABALHADOR</b>						
	<b>ALT.01</b>	<b>ALT.02</b>	<b>ALT.03</b>	<b>ALT.04</b>	<b>ALT.05</b>	<b>ALT.06</b>
P1	25,9%	25,9%	13,6%	13,6%	13,6%	7,5%
P2	34,6%	21,0%	21,0%	12,7%	5,3%	5,3%
P3	22,2%	22,2%	22,2%	22,2%	5,6%	5,6%
P4	14,3%	14,3%	28,6%	14,3%	14,3%	14,3%
P5	16,7%	16,7%	16,7%	16,7%	16,7%	16,7%
MÉDIA	22,74%	20,02%	20,42%	15,90%	11,10%	9,88%
VARIÂNCIA	64,64%	20,98%	32,72%	14,59%	27,98%	27,77%
DES.PAD.	± 8,04%	± 4,58%	± 5,72%	± 3,82%	± 5,29%	± 5,27%

**Fonte: Elaborado pelo autor.**

A alternativa 01 e 02 apresentaram o primeiro e terceiro peso médio mais ponderado entre os profissionais com pesos médios de 22,74% e 20,02% e variâncias de 64,64% e 20,98%. Neste assunto, ressalta-se que uso de EPI's adequado para atividade exercida é de fundamental importância na prevenção de acidentes do trabalho. E Com relação a legislação de saúde e higiene do trabalhador, temos a NR – 18 que fixa condições de meio ambiente de trabalho na indústria da construção, tendo como principais mecanismo para assegurar a saúde e

segurança o PCMAT – Programa de Condições de Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção e o PCMSO – Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional

Na segunda e quarta preferências dos profissionais aparecem às alternativas 03 e 04 sobre ausência e condições impróprias de sanitários, com pesos médios de 20,42% e 15,90% e variâncias de 32,72% e 14,59%.

Três alternativas apresentam-se com ponderações próximas, sendo considerada praticamente a mesma ponderação. A alternativa 01 teve peso de 22,74%, a alternativa 03 peso de 20,42% e a alternativa 02 peso de 20,02%.

E por fim, a ALT. 05 e ALT. 06 foram ponderadas com pesos médios de 11,10% e 9,88% e variâncias de 27,98% e 27,77%. Os altos valores de variâncias em todas alternativas indicam que os valores individuais de cada profissional foi divergente da média geral do grupo.

Nas alternativas de 01 a 04 pelo menos uma resposta de profissional foi coincidente com a média geral, sendo os profissionais 03, 02, 02 e 05, nas respectivas alternativas. Já as alternativas 05 e 06 não teve nenhum valor de profissional igual a média do grupo.

#### 5.2.4 Cálculo da Razão de Consistência (RC) para os Critérios

Podem-se observar na Tabela 25 os valores da razão de consistência para os critérios licenciamento (LIC), biótico (BIO), processo de dinâmica superficial (PDS), resíduos sólidos (RES), efluentes líquidos (EFL), poluição atmosférica (ATM) e produtos perigosos (PER).

**Tabela 25 – Razão de consistência dos critérios.**

	LIC	BIO	PDF	RES	EFL	ATM	PER	SET
P1	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00
P2	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
P3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P4	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
P5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MÉDIA	0,00	0,00	0,00	0,008	0,002	0,002	0,00	0,00

**Fonte: Elaborado pelo autor.**

Todos os valores de razão de consistência dos critérios se apresentaram menor que 0,1, dessa forma, as respostas são consistentes. Os valores de LIC, BIO, PDS, PER e SET foram 0,00, significando coerência máxima nos julgamentos, para RES, EFL e ATM foram respectivamente 0,008, 0,002 e 0,002.

#### 5.2.5 Cálculo da Razão de Consistência (RC) para os Subcritérios

Na Tabela 26 são expostos os valores de razão de consistência para os subcritérios licença ambiental (LA), autorização ambiental específica (AAE), cadastro ambiental específico (CAE), fauna (FAU), vegetação (VEG), erosão (ERS), assoreamento (ASS), esgoto doméstico/sanitário (ESG), efluente de fabricação de concreto (EFC), efluente oleoso (EFO), emissão de ruído (RUI) e saúde e higiene do trabalhador (SAH).

Tabela 26 - Razão de consistência dos subcritérios.

	LA	AAE	CAE	FAU	VEG	ERS	ASS	ESG	EFC	EFO	RUI	SAH
P1	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P2	0,00	0,00	0,01	0,05	0,02	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01
P3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
P4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,01	0,06	0,00	0,00	0,00
P5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
MÉDIA	0,00	0,00	0,004	0,01	0,012	0,006	0,006	0,002	0,014	0,002	0,00	0,002

Fonte: Elaborado pelo autor.

Se mostram consistentes todos os subcritérios pois satisfazerem a condição de  $RC < 0,1$ . Para LA, AAE e RUI o valor foi 0, já para os demais subcritérios esse valor foi pequeno, em geral, dez vezes menor que 0,1, se apresentando fortemente consistentes.

#### 5.2.6 Cálculo da Prioridade Global (PG) para as Alternativas

A última etapa corresponde na apuração da Prioridade Global (PG) que representa o vetor que tem armazenado a prioridade de cada alternativa com relação ao objetivo global que é o impacto ambiental, conforme pode ser observado na Tabela 27. Cada alternativa ou elemento expressa sua porcentagem de ponderação com relação ao total de alternativas que são oitenta e quatro.

Os critérios que apresentaram maior influência e importância no impacto ambiental de obras rodoviárias segundo a opinião dos profissionais e com o auxílio do método AHP que ajuda na tomada de decisão foram licenciamento, produtos perigosos e poluição atmosférica. Na sequência aparecem segurança do trabalho e biótico.

Para o critério licenciamento (LIC), o vencimento de licença ambiental para realização das obras, e vencimento de autorização para supressão de vegetação (ASV), para intervenção em recursos hídricos (Outorga) e outras tiveram peso médio de 5,38%. Descumprimento de condicionante da licença ambiental para realização das obras e descumprimento de condicionante da autorização para supressão de vegetação (ASV), para intervenção em recursos hídricos (Outorga) e outras tiveram peso médio de 3,92%.

Tabela 27 - Prioridade global com relação às alternativas.

(continua)

CRITÉRIO	SUBCRITÉRIO	ALTERNATIVA	P1	P2	P3	P4	P5	MÉDIA	DES.PAD
LIC	LA	Vencimento de licença ambiental para realização das obras	5,00%	9,70%	4,90%	4,40%	2,90%	5,38%	2,56%
LIC	AAE	Vencimento de autorização para supressão de vegetação (ASV), para intervenção em recursos hídricos (Outorga) e outras	5,00%	9,70%	4,90%	4,40%	2,90%	5,38%	2,56%
PER	PER	Contaminação do solo devido ao vazamento de equipamentos ou veículos	4,90%	4,10%	3,90%	5,10%	3,60%	4,32%	0,65%
PER	PER	Contaminação dos recursos hídricos solo devido ao vazamento de equipamentos ou veículos	4,90%	4,10%	3,90%	5,10%	3,60%	4,32%	0,65%
ATM	ATM	Ausência de sistema de controle de poluição em chaminés de unidades industriais	6,10%	3,30%	3,70%	3,50%	4,80%	4,28%	1,17%
LIC	LA	Descumprimento de condicionante da licença ambiental para realização das obras	5,00%	2,40%	4,90%	4,40%	2,90%	3,92%	1,19%
LIC	AAE	Descumprimento de condicionante da autorização para supressão de vegetação (ASV), para intervenção em recursos hídricos (Outorga) e outras	5,00%	2,40%	4,90%	4,40%	2,90%	3,92%	1,19%
PER	PER	Ausência de dispositivo de contenção para vazamento de produtos perigosos de equipamentos/veículos	4,90%	2,20%	2,00%	5,10%	3,60%	3,56%	1,45%
PER	PER	Local e/ou recipiente inadequado para armazenamento de produto perigoso	4,90%	1,30%	2,00%	5,10%	3,60%	3,38%	1,70%
SET	RUI	Veículo, equipamento ou unidade industrial emitindo ruído fora do horário de trabalho em local que apresenta receptores sensíveis	4,20%	3,90%	2,00%	2,40%	3,60%	3,22%	0,97%
ATM	ATM	Formação de poeira em suspensão	3,30%	1,60%	1,20%	3,50%	4,80%	2,88%	1,48%
ATM	ATM	Emissão de fumaça preta acima dos padrões da Escala Ringelmann por veículo ou equipamento	1,80%	1,60%	1,20%	3,50%	4,80%	2,58%	1,52%
BIO	FAU	Caça de fauna	1,50%	4,10%	3,50%	0,20%	2,40%	2,34%	1,56%

Tabela 27 - Prioridade global com relação às alternativas.

(continua)

CRITÉRIO	SUBCRITÉRIO	ALTERNATIVA	P1	P2	P3	P4	P5	MÉDIA	DES.PAD
SET	RUI	Veículo, equipamento ou unidade industrial emitindo ruído excessivo por motivos diversos	1,40%	1,90%	2,00%	1,20%	3,60%	2,02%	0,94%
BIO	FAU	Não realização do manejo, afugentamento ou resgate da fauna na etapa de supressão de vegetação	0,80%	1,70%	3,50%	1,00%	2,40%	1,88%	1,10%
PDS	ASS	Assoreamento de curso d'água com solo de obras ou propriedade lindeira	1,10%	2,40%	1,70%	1,60%	1,10%	1,58%	0,54%
SET	SAH	Colaborador(es) sem EPI's	1,50%	2,00%	1,80%	1,00%	1,20%	1,50%	0,41%
SET	SAH	Ausência de sanitários nas obras	0,80%	1,20%	1,80%	2,00%	1,20%	1,40%	0,49%
RES	RES	Disposição (destinação final) de resíduos em local inadequado	1,50%	1,40%	1,50%	1,60%	0,70%	1,34%	0,36%
SET	SAH	Colaborador(es) com EPI's inadequado	1,50%	1,20%	1,80%	1,00%	1,20%	1,34%	0,31%
PDS	ERS	Processo erosivo em fase de voçoroca	0,90%	2,00%	1,60%	1,40%	0,30%	1,24%	0,66%
RES	RES	Contaminação do recurso hídrico por resíduos ou restos de concreto	1,50%	0,90%	1,50%	1,60%	0,70%	1,24%	0,41%
RES	RES	Queima de resíduos	1,50%	0,90%	1,50%	1,60%	0,70%	1,24%	0,41%
BIO	FAU	Atropelamento de fauna por veículos de obras ou veículos de terceiros	0,80%	0,50%	1,80%	0,20%	2,40%	1,14%	0,93%
PDS	ASS	Carreamento de solo para propriedade lindeira ou áreas protegidas	0,50%	1,40%	1,10%	1,60%	1,10%	1,14%	0,42%
SET	SAH	Instalações sanitárias inadequadas	0,80%	0,70%	1,80%	1,00%	1,20%	1,10%	0,44%
EFL	EFC	Contaminação de recurso hídrico por efluente com resíduos de concreto	0,60%	1,10%	1,60%	1,00%	1,00%	1,06%	0,36%

Tabela 27 - Prioridade global com relação às alternativas.

(continua)

CRITÉRIO	SUBCRITÉRIO	ALTERNATIVA	P1	P2	P3	P4	P5	MÉDIA	DES.PAD
EFL	EFO	Contaminação do solo por efluente oleoso	1,30%	1,30%	1,00%	0,70%	0,90%	1,04%	0,26%
EFL	EFO	Contaminação de recurso hídrico por efluente oleoso	1,30%	1,30%	1,00%	0,70%	0,90%	1,04%	0,26%
RES	RES	Deposição ou armazenamento de resíduos em local inadequado	1,50%	0,50%	1,50%	0,90%	0,70%	1,02%	0,46%
PDS	ERS	Solo superficial desprotegido em locais com risco de processos erosivos	0,90%	0,30%	1,60%	1,40%	0,80%	1,00%	0,51%
PDS	ASS	Assoreamento de sistema de drenagem pluvial (canelas, tubulações, caixa de passagem/inspeção, bueiros) com solo de obras ou propriedade limdeira	1,10%	0,80%	0,70%	0,80%	1,10%	0,90%	0,19%
PDS	ERS	Processo erosivo em fase de ravina	0,30%	1,30%	1,60%	0,80%	0,30%	0,86%	0,59%
EFL	EFC	Sistema de tratamento de efluente de concreto em local indevido	0,60%	0,40%	0,90%	1,30%	1,00%	0,84%	0,35%
RES	RES	Deposição ou armazenamento de resíduos de classes diferentes misturados	1,50%	0,30%	0,80%	0,90%	0,70%	0,84%	0,43%
EFL	ESG	Lançamento de esgoto doméstico em recurso hídrico sem tratamento	0,50%	1,30%	0,80%	0,50%	0,90%	0,80%	0,33%
EFL	EFO	Sistema de tratamento de efluente oleoso em local indevido	1,30%	0,50%	0,50%	0,70%	0,90%	0,78%	0,33%
BIO	VEG	Serviços indevidos em área de preservação permanente (APP)	0,60%	0,80%	0,60%	0,80%	1,00%	0,76%	0,17%
EFL	EFC	Ausência de manutenção para sistema de tratamento para efluente com resíduos de concreto	0,60%	0,40%	0,50%	1,30%	1,00%	0,76%	0,38%
SET	SAH	Canteiro de obras desorganizado	0,80%	0,30%	0,40%	1,00%	1,20%	0,74%	0,38%

Tabela 27 - Prioridade global com relação às alternativas.

(continua)

CRITÉRIO	SUBCRITÉRIO	ALTERNATIVA	P1	P2	P3	P4	P5	MÉDIA	DES.PAD
EFL	EFO	Ausência de manutenção para sistema de tratamento de efluente oleoso	1,30%	0,80%	0,50%	0,20%	0,90%	0,74%	0,42%
EFL	ESG	Lançamento de esgoto doméstico no solo sem tratamento	0,30%	1,30%	0,80%	0,30%	0,90%	0,72%	0,43%
EFL	EFO	Ausência de sistema de tratamento para efluente oleoso (caixas separadoras de água e óleo SAO)	1,30%	0,50%	0,50%	0,20%	0,90%	0,68%	0,43%
BIO	VEG	Queima de material vegetal	0,60%	0,30%	0,60%	0,80%	1,00%	0,66%	0,26%
SET	SAH	Ausência de sinalização indicativa de obras	0,40%	0,30%	0,40%	1,00%	1,20%	0,66%	0,41%
EFL	EFC	Ausência de sistema de tratamento para efluente com resíduos de concreto	0,20%	0,20%	0,50%	1,30%	1,00%	0,64%	0,49%
RES	RES	Ausência de envio de comprovantes de correta destinação dos resíduos para Concessionária por parte de Empreiteiras ou de Terceiros	0,60%	0,90%	0,40%	0,50%	0,70%	0,62%	0,19%
RES	RES	Contaminação do solo por resíduos ou restos de concreto	0,60%	0,50%	0,40%	0,90%	0,70%	0,62%	0,19%
RES	RES	Ausência de baias e/ou local adequado e identificado nas obras para armazenamento temporário de resíduo reciclável (classe B) e/ou perigoso (classe D) perante o CONAMA 307:2002 e CONAMA 448:2012	0,50%	0,50%	0,80%	0,90%	0,30%	0,60%	0,24%
EFL	ESG	Ausência de sistema de tratamento (tanque séptico + filtro anaeróbio + sumidouro) de esgoto doméstico para banheiros	0,20%	0,80%	0,80%	0,30%	0,90%	0,60%	0,32%
PDS	ERS	Sulcos erosivos em taludes de corte ou aterro	0,20%	0,80%	0,80%	0,80%	0,30%	0,58%	0,30%
PDS	ASS	Carreamento de solo para corpo estradal	0,20%	0,80%	0,30%	0,50%	1,10%	0,58%	0,37%

Tabela 27 - Prioridade global com relação às alternativas.

(continua)

CRITÉRIO	SUBCRITÉRIO	ALTERNATIVA	P1	P2	P3	P4	P5	MÉDIA	DES.PAD
BIO	VEG	Danos físicos ou mecânicos a vegetação	0,60%	0,50%	0,40%	0,40%	1,00%	0,58%	0,25%
EFL	ESG	Ausência de manutenção para sistema de tratamento de esgoto doméstico	0,50%	0,40%	0,80%	0,20%	0,90%	0,56%	0,29%
EFL	EFC	Contaminação do solo por efluente com resíduos de concreto	0,20%	0,20%	0,50%	0,90%	1,00%	0,56%	0,38%
LIC	CAE	Ausência de cadastro para instalação e utilização de áreas de empréstimo (jazidas)	0,80%	1,00%	0,30%	0,40%	0,30%	0,56%	0,32%
LIC	CAE	Ausência de cadastro para instalação e utilização de bota-fora solo excedente	0,80%	1,00%	0,30%	0,40%	0,30%	0,56%	0,32%
RES	RES	Ausência de coletores (lixeiros) para resíduos domésticos gerados nas áreas de vivência ou outras (coletores reciclável, orgânico e rejeito) conforme a norma ABNT NBR 10.004:2004	0,50%	0,30%	0,80%	0,50%	0,70%	0,56%	0,19%
RES	RES	Transbordamento de resíduos armazenados em recipientes, baias e locais	0,80%	0,30%	0,80%	0,50%	0,30%	0,54%	0,25%
LIC	CAE	Ausência de cadastro para instalação e utilização de canteiro de obras	0,20%	1,00%	0,70%	0,40%	0,30%	0,52%	0,33%
BIO	VEG	Cobertura vegetal deficitária para proteção superficial após conclusão da obra	0,20%	0,20%	0,40%	0,70%	1,00%	0,50%	0,35%
LIC	CAE	Ausência de cadastro para instalação e utilização de caminhos de serviço	0,80%	0,60%	0,30%	0,40%	0,30%	0,48%	0,22%
BIO	VEG	Ausência de delimitação da área vegetada ou área de preservação permanente (APP) a ser suprimida	0,60%	0,20%	0,10%	0,50%	1,00%	0,48%	0,36%
LIC	CAE	Ausência do termo de encerramento/recuperação de área de apoio	0,20%	0,30%	0,70%	0,40%	0,70%	0,46%	0,23%

Tabela 27- Prioridade global com relação às alternativas.

(continua)

CRITÉRIO	SUBCRITÉRIO	ALTERNATIVA	P1	P2	P3	P4	P5	MÉDIA	DES.PAD
PDS	ASS	Carreamento de solo para obras ou áreas de apoio	0,20%	0,50%	0,30%	0,80%	0,40%	0,44%	0,23%
RES	RES	Ausência de proteção para transporte de resíduos ou matéria-prima (sem lona ou cobertura deficitária)	0,30%	0,20%	0,80%	0,20%	0,70%	0,44%	0,29%
LIC	CAE	Ausência de cadastro para instalação e utilização de bota-espera de resíduos classe A perante o CONAMA 307:2002 e CONAMA 448:2012	0,20%	1,00%	0,30%	0,40%	0,30%	0,44%	0,32%
BIO	VEG	Soterramento de material vegetal	0,10%	0,50%	0,40%	0,20%	1,00%	0,44%	0,35%
PDS	ERS	Processo erosivo inicial (laminar)	0,20%	0,50%	0,80%	0,50%	0,20%	0,44%	0,25%
PDS	ERS	Escorregamentos	0,30%	0,50%	0,80%	0,30%	0,30%	0,44%	0,22%
PDS	ERS	Recalque em aterro	0,30%	0,50%	0,80%	0,30%	0,30%	0,44%	0,22%
RES	RES	Ausência de área/local adequado e identificado nas obras para armazenamento temporário de resíduo de concreto, pavimentação, tubulação de concreto danificada, tijolos, classificados como A perante o CONAMA 307:2002 e CONAMA 448:2012	0,20%	0,30%	0,80%	0,50%	0,30%	0,42%	0,24%
EFL	EFO	Ausência de envio de comprovantes de correta destinação da borra de óleo da caixa SAO para Concessionária por parte de Empreiteiras/Terceiros	0,40%	0,30%	0,30%	0,70%	0,40%	0,42%	0,16%
LIC	CAE	Ausência de cadastro para instalação e utilização de bota-espera de frezado	0,20%	1,00%	0,30%	0,40%	0,20%	0,42%	0,33%
EFL	ESG	Ausência de envio de comprovantes de correta destinação do esgoto de banheiro químico para Concessionária por parte de Empreiteiras ou Terceiros	0,20%	0,40%	0,30%	0,10%	0,90%	0,38%	0,31%

Tabela 27 - Prioridade global com relação às alternativas.

(conclusão)

CRITÉRIO	SUBCRITÉRIO	ALTERNATIVA	P1	P2	P3	P4	P5	MÉDIA	DES.PAD
EFL	ESG	Banheiros em locais indevidos	0,50%	0,40%	0,30%	0,30%	0,20%	0,34%	0,11%
BIO	VEG	Não utilização da prática de raspagem e armazenamento adequado da camada vegetal e solo superficial	0,20%	0,20%	0,10%	0,40%	0,50%	0,28%	0,16%
LIC	CAE	Ausência de cadastro para instalação e utilização de bota-espera de matéria-prima	0,10%	0,20%	0,20%	0,40%	0,30%	0,24%	0,11%
BIO	VEG	Presença de restos de material vegetal em obras ou área de apoio	0,10%	0,10%	0,20%	0,20%	0,50%	0,22%	0,16%
BIO	VEG	Armazenamento inadequado de material vegetal	0,20%	0,20%	0,10%	0,20%	0,30%	0,20%	0,07%

Fonte: Elaborado pelo autor.

Com relação ao critério dos produtos perigosos, com peso global de 4,32% foram ponderadas as alternativas: contaminação do solo devido ao vazamento de equipamentos ou veículos, e contaminação dos recursos hídricos solo devido ao vazamento de equipamentos ou veículos. A alternativa sobre ausência de dispositivo de contenção para vazamento de produtos perigosos de equipamentos/veículos, e alternativa local e/ou recipiente inadequado para armazenamento de produto perigoso, tiveram pesos respectivos 3,56% e 3,38%.

Sobre poluição atmosférica tiveram pesos globais de 4,28%, 2,88% e 2,58%, respectivamente as seguintes alternativas: ausência de sistema de controle de poluição em chaminés de unidades industriais, formação de poeira em suspensão, e emissão de fumaça preta acima dos padrões da Escala Ringelmann por veículo ou equipamento.

As cinco alternativas que foram consideradas mais impactantes para o meio ambiente foram às alternativas ALT.01-LA-LIC, ALT.01-AAE-LIC, ALT.01-PER, ALT.02-PER, ALT.02-ATM, com pesos médios globais de 5,38%, 5,38%, 4,32%, 4,32% e 4,28%, respectivamente.

Em contrapartida, as cinco alternativas de menores pesos médios globais de 0,34%, 0,28%, 0,24%, 0,22% e 0,20% foram ALT.04-ESG-EFL, ALT.01-VEG-BIO, ALT.05-CAE-LIC, ALT.03-VEG-BIO e ALT.02-VEG-BIO, respectivamente.

Das quatorze (14) alternativas com pesos médios globais na faixa de 2,00% a 5,00%; 28,57% foram LIC, 28,57% PER, 21,43% ATM, 14,29% SET e 7,14% BIO. Das dezesseis (16) alternativas com pesos entre 1,00% e 2,00%; 25,00% foram SET, 18,75% PDS, 18,75% EFL e 12,50% BIO. Já para as trinta (30) alternativas entre 0,50% e 1,00%; 36,67% foram EFL, 20,00% RES, 16,67% PDS, 10,00% LIC e 10,00% BIO. E para as vinte (20) alternativas entre 0,00% e 0,50%; 30,00% foram BIO, 25,00% LIC, 20,00% PDS, EFL 15,00% e 10,00% RES.

O fato de cada critério e subcritério possuírem quantidades distintas de alternativas influenciou nos pesos globais das alternativas, por exemplo, poluição atmosférica e produtos perigosos que tinham poucas alternativas e apenas tinham critérios e não subcritérios, obtiveram PG altos. Já em contrapartida, os subcritérios VEG, ERS e ASS que tinham grande número de alternativas nos subcritérios, resultaram num baixo PG. Uma solução para minimizar a comparação de critérios e subcritérios com muitas alternativas em comparação/ponderação com critérios e subcritérios com poucas alternativas seria uma limitação do número de alternativas

para cada subcritério e de subcritérios para cada alternativa. Neste caso, poderiam ser criados novos critérios com limitação de subcritérios e alternativas.

O subcritério LA e AEE possuem poucas alternativas, o que pode ter influenciado no resultado obtido com as maiores pontuações. Porém, deve-se ressaltar que a ausência de licenças e descumprimento de condicionantes pode ocasionar o embargo na obra. As questões de contaminação de solo recursos hídricos por qualquer tipo de efluente podem ser consideradas um fator grave, ainda mais quanto o efluente de origem oleosa, mas pelo motivo dos subcritérios possuírem um número grande de alternativas, os pesos singulares foram divididos e estas alternativas na avaliação global tiveram pesos pequenos, apesar da importância em termos de impactos ambientais. Este fato pode estar influenciando as alternativas de Assoreamento e Erosão, como por exemplo, o assoreamento de recursos hídricos e erosão em fase de voçoroca que não tiveram grande destaque em suas PGs, apesar da importância em auditorias e supervisões ambientais. Em contrapartida, as alternativas de ATM tiveram grande destaque por não possuírem subcritérios e os critérios (apenas três alternativas), mas na realidade esse impacto pode não representar uma magnitude tão alta devido ao seu controle e ocorrência.

Observando-se a alternativa de maior peso (5,38%) e a de menor (0,20%) nota-se uma diferença de 27 vezes uma em relação à outra, sendo essa escala muito grande em termos de impactos ambientais.

## 6 CONCLUSÃO

O método AHP se mostrou útil como um instrumento no apoio à tomada de decisão, pois possibilitou fornecer ao gestor ambiental informações relevantes a respeito de não conformidades com a definição de pesos para os critérios e alternativas relativas aos aspectos ambientais e normativos da supervisão de rodovias.

O cálculo da prioridade média local para os critérios (PML's) LIC – licenciamento ambiental, PER – produtos perigosos, EFL – efluente líquido e SET – segurança do trabalho apresentaram-se como os de maiores pesos, com relação ao total de oito critérios, com pesos respectivos de 22,26%, 15,56%, 11,92% e 11,92%. Os demais critérios ATM – poluição atmosférica, RES – resíduos sólidos, BIO – biótico e PDF – processo de dinâmica superficial ficaram com pesos de 9,76%, 9,54%, 9,48% e 9,46%, respectivamente.

O cálculo da razão de consistência (RC) que expressa o valor de coerência entre os julgamentos par a para todos os cálculos dos vetores PML's dos critérios e subcritérios apresentaram menor que 0,1. Isto representa consistência nas ponderações obtidas no processo AHP.

## **7 RECOMENDAÇÃO**

Este trabalho tem como recomendação avaliar o impacto na metodologia AHP aplicada a supervisão ambiental devido a variação do número de variáveis nos subcritérios e alternativas.

## REFERÊNCIAS

ANDERSON, J.L; MUENCH, S.T. Sustainability trends measured by the Green roads rating system. **Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board**. v. 2357, p.24-32, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7229**: projeto, construção e operação de sistema de tanques sépticos. Rio de Janeiro, 1993.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7500**: Identificação para o transporte terrestre, manuseio, movimentação e armazenamento de produtos. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004**: resíduos sólidos – classificação. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10151**: acústica – avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade – procedimento. Rio de Janeiro, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13969**: tanques sépticos – unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – projeto, construção e operação. Rio de Janeiro, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14001**: sistema de gestão ambiental – especificações e diretrizes para uso – diretrizes. Rio de Janeiro, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14031**: gestão ambiental – avaliação de desempenho ambiental – diretrizes. Rio de Janeiro, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14064**: transporte rodoviário de produtos perigosos – diretrizes de atendimento à emergência. Rio de Janeiro, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14605-2**: armazenamento de líquidos inflamáveis e combustíveis – sistema de drenagem

oleosa Parte 2: Projeto, metodologia de dimensionamento de vazão, instalação, operação e manutenção para posto revendedor veicular. Rio de Janeiro, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14619**: transporte rodoviário de produtos perigosos – incompatibilidade química . Rio de Janeiro, 2015.

AZAPAGIC, A. Developing a framework for sustainability development indicators for the mining and minerals industry. **Journal of Cleaner Production**. v. 12, p. 639-662, 2004.

BENÍTEZ-LÓPEZ, A; ALKEMADE, R; VERWEIJ, P.A. The impacts of roads and other infrastructure on mammal and bird populations: a meta-analysis. **Biological Conservation**. v. 143 p. 1307-1316, 2010.

BERNASCONI, M; CHOIRAT, C; SERI, R. Empirical properties of group preference aggregation methods employed. **European Journal of Operational Research**. v. 232, p. 584-592, 2014.

BLANCO, J. C; FLINDELL, I. Property prices in urban areas affected by road traffic noise. **Applied Acoustics**. v. 72, p. 133–141, 2011.

BOARMAN, W.I; SAZAKI, M. A highway's road-effect zone for desert tortoises (*Gopherus agassizii*). **Journal of Arid Environments**. v. 65, p.94-101, 2006.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Instruções de proteção ambiental das faixas de domínio e lindeiras das rodovias federais**. Rio de Janeiro. 2005a.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Manual de conservação rodoviária**. Rio de Janeiro. 2005b.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Manual para ordenamento do uso do solo nas faixas de domínio e lindeiras das rodovias federais**. Rio de Janeiro. 2005c.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Manual rodoviário de conservação, monitoramento e controle ambientais**. Rio de Janeiro. 2005d.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Diretrizes básicas para elaboração de estudos e programas ambientais rodoviários: escopos básicos / instruções de serviços**. Rio de Janeiro. 2006a.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Diretrizes básicas para estudos e projetos rodoviários: escopos básicos / instruções de serviços**. Rio de Janeiro. 2006b.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Glossário de termos técnicos ambientais rodoviários**. Rio de Janeiro. 2006c.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Manual para atividades ambientais rodoviárias**. Rio de Janeiro. 2006d.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Manual de vegetação rodoviária**. Rio de Janeiro. 2009.

BRASIL. **Lei nº 6.225, de 14 de julho de 1975**. Dispõe sobre discriminação, pelo Ministério da Agricultura, de regiões para execução obrigatória de planos de proteção ao solo e de combate à erosão e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.feam](http://www.feam.gov.br)>. Acesso em 04. mar. 2016.

BRASIL. **Lei nº 6.938, de 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. Disponível em: <[http://www.feam](http://www.feam.gov.br)>. Acesso em 04. mar. 2016.

BRASIL. **Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998**. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.feam](http://www.feam.gov.br)>. Acesso em 13. jul. 2016.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.feam](http://www.feam.gov.br)>. Acesso em 13. jul. 2016.

BRASIL. **Portaria Nº 289, de 16 de julho de 2013**. Dispõe sobre procedimentos a serem aplicados pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA no licenciamento ambiental de rodovias e na regularização

ambiental de rodovias federais. Disponível em: <[http://http://www.transportes.gov.br](http://www.transportes.gov.br)>. Acesso em 07. set. 2016.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional de Meio Ambiente, CONAMA. **Resolução CONAMA nº 01**, de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>> Acesso em: 12.jul. 2016.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional de Meio Ambiente, CONAMA. **Resolução CONAMA nº 01**, de 08 de março de 1990. Dispõe sobre critérios de padrões de emissão de ruídos decorrentes de quaisquer atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativas, inclusive as de propaganda política. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>> Acesso em: 12.jul. 2016.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional de Meio Ambiente, CONAMA. **Resolução CONAMA nº 237**, de 19 de março de 1997. Dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>> Acesso em: 12.jul. 2016.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional de Meio Ambiente, CONAMA. **Resolução CONAMA nº 307**, de 05 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>> Acesso em: 12.jul. 2016.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional de Meio Ambiente, CONAMA. **Resolução CONAMA nº 357**, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>> Acesso em: 12.jul. 2016.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 18** – Condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção. Portaria GM nº 3.214 de 08 de junho de 1978. Disponível em: < [http:// http://www.mtps.gov.br](http://www.mtps.gov.br)> Acesso em: 20.jul.2016.

CHANG, A.S; TSAI, C.Y. Sustainable design indicators: Roadway project as an example. **Ecological Indicators**. v. 53, p. 137-143, 2015.

CHARRY, B; JONES, J. Traffic volume as a primary road characteristic impacting wildlife: a tool for land use and transportation planning. **Technical Tools for**

**Integrating Ecological Considerations in Planning and Construction.** v. 142, p. 159-172, 2009.

COFFIN, A.W. From roadkill to road ecology: a review of the ecological effects of roads. **Journal of Transport Geography.** v-15, p. 396-406, 2007.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. **Pesquisa CNT de rodovias 2015:** relatório gerencial. Brasília: CNT: SEST: SENAT. 2015. Disponível em: <<http://pesquisarodovias.cnt.org.br/>>. Acesso em: 29 nov. 2015.

COSTA, R. M. **O papel da supervisão ambiental e proposta para de avaliação de desempenho ambiental em obras rodoviárias.** 2010. 351 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mineral, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2010.

DALAL, J; MOHAPATRA, P. K. J; MITRA, G. C. Priorization of rural roadas: AHP in group decision. **Engineering, Construction and Architectural Management.** v. 17, n. 2, p. 135-158. 2010.

DAMBROS, C.S; SILVA, V.N.V; AZEVEDO, R; MORAIS, J.W. Road-associated edge effects in Amazonia change termite community composition by modifying environmental conditions. **Journal for Nature Conservation.** v. 21, p. 279-285, 2013.

DEKKER, R; BLOEMHOF, J; MALLIDIS, I. Operations research for green logistics— an overview of aspects, issues, contributions and challenges. **European Journal Operational Research.** v. 219, p-671–679, 2012.

DE LIMA, P. M. **Panorama do transporte rodoviário de madeira bruta e em toras na região do Arco de Desflorestamento na Amazônia.** 2014. 278 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Geografia Humana, Universidade de São Paulo. Piracicaca, 2014.

DOOLING, R.J; POPPER, A.N. The effects of highway noise on birds. **In: Report to the California., Contract 43AO139.** Department of Transportation, California Department of Transportation, Division of Environmental Analysis, Sacramento, 2007.

EEA (European Environmental Agency). **Landscape Fragmentation in Europe— Joint EEA-FOEN Report.** EEA, Copenhagen, 2011.

EIGENBROD, F; HECNAR, ST.J; FAHRIG, L. Quantifying the road-effect zone: threshold effects of a motorway on anuran populations in Ontario, Canada. **Ecological Society**. v. 14, p. 1-18, 2009.

FAHRIG, L; RYTWINSKI, T. Effects of roads on animal abundance: an empirical review and synthesis. **Ecological Society**. v. 21, p.1-20, 2009.

FORMAN, E; GASS, S. The Analytic Hierarchy Process: An Exposition. **Operations Research**. v.49, p. 469-489, 2001.

FORMAN, R.T.T; DEBLINGER, R.D. Ecological Road-Effect Zone of a Massachusetts Suburban Highway. **Conservation Biology**. v. 14, p.36-46, 2000.

FORMAN, R.T.T; SPERLING, D; BISSONETTE, J.A; CLEVINGER, A.P; CUTSHALL, C.D; DALE, V.D; FAHRIG, L; FRANCE, R.; GOLDMAN, C.R; HEANUE, K; JONES, J.A; SWANSON, F.J; TURRENTINE, T; WINTER, T.C. **Road Ecology: Science and Solutions**. Island Press, Washington, DC, 2003.

FRIEDRICH, J. Integrating neglected ecological impacts of road transport into corporate management. **Ecological Indicators**. v. 54, p. 197-202, 2015.

FRIEDRICH, J; GELDERMANN, J. Current practices of mitigating the ecologically harmful effects of roads—an assessment. In: Friedrich, J., Halsband, A., Minkmar L. (Eds.), **Societal Dimensions of the Conservation and Utilization of Biological Diversity**. Goettingen University Press, Goettingen, p. 341-358, 2013

GALLEGO, I. The use of economic, social and environmental indicators as a measure of sustainable development in Spain. **Corporate Social Responsibility and Environmental Management**. v. 13, p. 78-97, 2006.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6.ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GERHARDT, T. E; SILVEIRA, D. T. **Métodos de pesquisa**. coordenado pela Universidade Aberta do Brasil – UAB/UFRGS e pelo Curso de Graduação Tecnológica – Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural da SEAD/UFRGS. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

HARTMUTH, G; HUBER, K; RINK, D. Operationalization and contextualization of sustainability at the local level. **Sustainable Development**. v. 16, p. 261-270, 2008.

HELLDIN, J.O; COLLINDER, P; BENGTSSON, D; KARLBERG, Å; ASKLING. Assessment of traffic noise impact in important bird sites in Sweden—a practical method for the regional scale. **Oecologia Australis**. v. 1, p. 48–62, 2013.

HIASA, S; NOORI, M; KELLY, C; TATARI, O. Dynamic techno-ecological modeling of highway systems: a case study of the Shin-Meishin Expressway in Japan. **Journal of Cleaner Production**. v. 115, p. 101-121, 2016.

HOURNEAUX JR. F; HRDLICKA, H.A; GOMES, C.M; KRUGLIANSKAS, I. The use of environmental performance indicators and size effect: a study of industrial companies. **Ecological Indicators**. v. 36, p. 205-212, 2014.

ISHIZAKA, A.; LABIB, A. Review of the main developments in the analytic hierarchy process. **Expert Systems with Applications**. v. 38, p. 14336-14345. 2011.

JAEGER, J.A.G; BOWMAN, J; BRENNAN, J; FAHRIG, L; BERT, D; BOUCHARD, J; CHARBONNEAU, N; FRANK, K; GRUBER, B; TLUK VON, K; TOSCHANOWITZ. Predicting when animal populations are at risk from roads: an interactive model of road avoidance behavior. **Ecological Modelling**. v. 185, p.329-348, 2005

KULAKOWSKI, K. Notes on order preservation and consistency in AHP. **European Journal of Operational Research**. v. 245, p. 333-337, 2015.

LORO, M; ARCE, R.M; ORTEGA, E; MARTÍN, B. Road-corridor planning in the EIA procedure in Spain. A review of case studies. **Environmental Impact Assessment Review**. v. 44, p. 11-21, 2014.

LUNDBERG, K; BALFORS, B; FOLKESON, L. Framework for environmental performance measurement in Swedish public sector organization. **Journal of Cleaner Production**. v. 17, p. 1017–1024, 2009.

MARIANO, A. P. **Avaliação do potencial de biorremediação de solos e de águas subterrâneas contaminados com óleo diesel**. 2006. 162 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente, Universidade Estadual Paulista. Rio Claro. 2006.

MARTINS, G. A; THEÓPHILO, C. R. **Metodologia da investigação científica para ciências sociais aplicadas**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

MCBRIDE, A.C; DALE, V.H; BASKARAN, L.M; DOWNING, M.E.; EATON, L.M; EFROYMSON, R.A; GARTEN JR, C.T; KLINE, K.L; JAGER, H.I; MULHOLLAND, P.J; PARISH, E.S; SCHWEIZER,P.E; STOREY, J.M. Indicators to support environmental sustainability of bioenergy system. **Ecological Indicators**. v. 11, p. 1277-1289, 2011.

MCCLURE, C.J.W; WARE, H.E; CARLISLE, J; KALTENECKER, G; BARBER, J.R. An experimental investigation into the effects of traffic noise on distributions of birds: avoiding the phantom road. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**. v. 280, p. 1-10, 2013.

MOREIRA, D. A. **O método fenomenológico na pesquisa**. São Paulo: Pioneira Thompson, 2002.

MURPHY, P.R., POIST, R.F., 2000. Green logistics strategies: an analysis of usage patterns. **Transportation Journal**. v. 40, p. 5-16, 2000.

OEHLMEYER, A. S; NARITA, J; LIMA, J. R. V; ALVES, F. A. Programa de afugentamento e resgate de fauna durante a implantação de um empreendimento no bioma mata atlântica-SP – Centro Brasileiro para Conservação da Natureza e Desenvolvimento Sustentável. **In: VI Simpósio de Meio Ambiente**, Viçosa, 2010.

OSWALD, M.R; MCNEIL, S. Rating sustainability: transportation investments in urban corridors as a case study. **Journal Urban Planning and Development**. v. 3, p. 177-185, 2010.

PARRIS, K.M; SCHNEIDER, A. Impacts of traffic noise and traffic volume on birds of roadside habitats. **Ecology and Society**. v. 1, p. 29, 2008.

RECK, H; KAULE, G. **Straßen und Lebensräume—Ermittlung und Beurteilung straßenbedingter Auswirkungen auf Pflanzen, Tiere und ihre Lebensräume**. Typo-Druck, Bonn, 1992.

REIJNEN, R; FOPPEN, R. The effects of car traffic on breeding bird populations in woodland. I. Evidence of reduced habitat quality for willow warblers (*Phylloscopus trochilus*) breeding close to a highway. **Journal of Applied Ecology**. v. 31, p. 85-94, 1994.

REIJNEN, R., FOPPEN, R., MEEUVSEN, H. The effects of traffic on the density of breeding birds in dutch agricultural grasslands. **Biological Conservation**. v. 75, p. 255–260, 1996.

REIJNEN, R., FOPPEN, R., VEENBAAS, G. Disturbance by traffic of breeding birds: evaluation of the effect and considerations in planning and managing road corridors. **Biodiversity and Conservation**. v. 6, p. 567-581, 1997.

ROOSHDI, R.R.M; RAHMAN, N.A; BAKI, N.Z.U; MAJID, M.Z.A; ISMAIL, F. An evaluation of sustainable design and construction criteria for green highway. **Procedia Environmental Sciences**. v. 20, p. 180-186, 2014.

ROSA, M. V. F. P. C; ARNOLDI, M. A. G. C. **A entrevista na pesquisa qualitativa: mecanismos para validação dos resultados**. Belo Horizonte: Autêntica, 2008.

RUSSO, R. F. S. M; CAMANHO, R. Criteria in AHP: a Systematic Review of Literature. **Procedia Computer Science**. v. 55, p. 1123-1132, 2015.

SAATY, T. L. A scaling method for priorities in a hierarchical structure. **Journal of Mathematical Psychology**. v. 15, n. 3, p-234-281, 1977

SAATY, T. L. The analytic hierarchy process. New York: McGraw-Hill, 1980.

SAATY, T. L. Axiomatic foundation of the analytic hierarchy process. **Management Science**. v. 32, p. 841–855, 1986.

SAATY, T. L. The analytic hierarchy process: what it is and how it is used. **Mathematical Modelling**. v. 9, p. 161-176, 1987.

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

SAATY, T. L. How to make a decision: The Analytic Hierarchy Process. **Interfaces**, v. 24, n. 6. p. 19-43, 1994

SAATY, T. L. **Creative Thinking, Problem Solving and Decision Making**. 4. ed. Pittsburgh:RWS Publications, 2005.

SÁNCHEZ, L.E. **Avaliação de impacto ambiental: conceito e métodos**. São Paulo: Oficina de textos, 2013.

SÃO PAULO (Estado). Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Decisão de diretoria nº 100/2009/P, de 19 de maio de 2009**. Dispõe sobre aprovação do procedimento para avaliação de níveis de ruído em sistemas lineares de transporte.

SÃO PAULO (Estado). Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Decisão de diretoria nº 389/2010/P, de 21 de dezembro de 2010**. Dispõe sobre a aprovação da Regulamentação de níveis de ruído em sistemas lineares de transportes localizados no Estado de São Paulo.

SÃO PAULO (Estado). Departamento de Estradas e Rodagem. **Supervisão ambiental de empreendimentos rodoviários: especificação técnica**. São Paulo, 2006. 36 p.

SELLTIZ, C; WRIGHTSMAN, L. S; COOK, S. W. **Métodos de pesquisa das relações sociais**. São Paulo: Herder, 1965.

SHANLEY, C.S., PYARE, S. Evaluating the road-effect zone on wildlife distribution in a rural landscape. **Ecological Society of America**. v. 2, p. 1-16, 2011.

SHEN, L; WU, Y; ZHANG, X. Key assessment indicators for the sustainability of infrastructure projects. **Journal of Construction Engineering and Management**. v. 6, p. 441-451, 2011.

SONG, M; ZHENG, W; WANG. Environmental efficiency and energy consumption of highway transportation systems in China. **International Journal of Production Economics**. v. 8, p. 125-133, 2015.

SIMINSKI, A. **A floresta do futuro: conhecimento, valorização e perspectivas de uso das formações florestais secundárias no Estado de Santa Catarina**. 2009. 153 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2009

SINGH, R.K; MURTY, H.R; GUPTA, S.K; DIKSHIT, A.K. Development of composite sustainability performance index for steel industry. **Ecological Indicators**. v. 7, p. 565-588, 2007.

SINGH, R. P; NACHTNEBEL, H. P. Analytical hierarchy process (AHP) application for reinforcement of hydropower strategy in Nepal. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**. v. 55, p. 43-58, 2016.

SUEYOSHI, T. J; SHANG, J; CHIANG, W. A decision support framework for internal audit prioritization in rental car company: combined use between DEA and AHP. **European Journal of Operational Research**. v. 1, p. 219-231, 2009.

TAM, V.W.Y; TAM, C.M; SHEN, L.Y; ZENG, S.X; HO, C.M. Environmental performance assessment: perceptions of project managers on the relationship between operational and environmental performance indicators. **Construction Management and Economics**. v. 24, p. 287-299, 2006.

TORIJA, A. J; RUIZ, D. P. Automated classification of urban locations for environmental noise impact assessment on the basis of road-traffic content. **Expert Systems With Applications**. v. 53, p. 1-13, 2016.

Transportation Research Board (TRB). **Environmental Stewardship Practices, Procedures, and Policies for High Way Construction and Maintenance**, NCHRP Report 25-25(04). National Cooperative Highway Research Program, prepared by Venner Consulting and Parsons Brinckerhoff, 2004.

TSAI, C.Y; CHANG, A.S. Framework for developing construction sustainability items: the example of highway design. **Journal of Cleaner Production**. v. 20, p. 127-136, 2012.

URBONAS, B. Assessment of stormwater best management practice effectiveness (Chapter 7). In: Heaney, J.P., Pitt, R., Field, R. (Eds.), **Innovative Urban Wet-Weather Flow Management Systems**. Technical Publishing Co., Lancaster, PA, p. 255–300, 2000.

VICENTINI, V. L. P. **Metodologia para avaliação ambiental de programas de restauração e ou melhoramento de rodovias**. 1999. 208 f. Tese (Doutorado) – Programa de Ciências Ambientais, Universidade de São Paulo. São Paulo. 1999.

VEISI, H; LIAGHATI, H; ALIPOUR, A. Developing an ethics-based approach to indicators of sustainable agriculture using analytic hierarchy process (AHP). **Ecological Indicators**. v. 60, p. 644-654, 2016.

VELEVA, V; ELLENBECKER, M. Indicators of sustainable production: framework and methodology. **Journal of Cleaner Production**. v. 6, p. 519-549, 2001.

WELFORD, R; CHAN, C; MAN, M. Priorities for corporate social responsibility: a survey of businesses and their stakeholders. **Corporate Social Responsibility and Environmental Management**. v. 15, p. 52-62, 2007.

YUAN, H. Key indicators for assessing the effectiveness of waste management in construction projects. **Ecological Indicators**. v. 24, p. 476–484, 2013.

**APÊNDICE A - Protocolo do Questionário**

## Protocolo do Questionário

---

**Título do Projeto:** Método AHP para Avaliação Ambiental de Obras de Empreendimentos Rodoviários.

**Mestrando:** Rafael Coelho Ciciliato

Registro: CREA PR 125767/D

Email: ciciliato10@hotmail.com Telefone Celular: (43) 9965-6479

**Orientador:** Ricardo Nagamine Costanzi

---

**Instituição Vinculada:** Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental (PPGEA).

**Título do Programa:** Mestrado Acadêmico em Engenharia Ambiental

**Área de Concentração:** Engenharia Ambiental

**Linha de Pesquisa:** Saneamento Ambiental

---

### 1. Objetivos e justificativa para o questionário

Para alcançar o objetivo geral desta dissertação, que é identificar e ponderar as principais não conformidades relacionadas com a supervisão ambiental de obras rodoviárias por meio da aplicação do método AHP a partir da expertise de profissionais envolvidos na gestão ambiental de rodovias, foi escolhida a técnica de coleta de dados por questionário.

Devido ao tema desse estudo ser de caráter exploratório e descritivo, justifica-se que a pesquisa poderá oferecer um arca bolso de informações sobre o assunto, de forma a avaliar as não conformidades ambientais também com informações subjetivas.

### 2. Elaboração do roteiro

Inicialmente será realizada uma introdução para esclarecer ao respondente que o contato é em detrimento de sua experiência e colocação profissional, vivência e conhecimento sobre o assunto, que são de extrema importância para este trabalho.

Explanou-se também, que o propósito do questionário não é avaliar se as respostas estão certas ou erradas, mas sim, levantar dados e informações para serem avaliados por método matemático denominado AHP.

Os dados específicos de cada profissional envolvido com a supervisão ambiental serão sigilosos, e apenas as conclusões gerais sobre o assunto serão apresentadas nos resultados e discussões da pesquisa.

As questões são relacionadas a formação e experiência de cada profissional, e não conformidades com relação aos aspectos ambientais envolvidos em obras rodoviárias. As não conformidades serão ponderadas por meio de uma escala de julgamento, para fornecer dados para a utilização do método AHP.

### **3. Critério para a seleção dos profissionais**

Os profissionais selecionados são pessoas com no mínimo 2 anos de experiência na área de gestão ambiental de empreendimentos rodoviários, que trabalham no setor de meio ambiente de concessionárias de rodovias e na consultoria terceirizada pela concessionária como supervisor ambiental. Utilizando pessoas com experiência na área ambiental de rodovias como população base para a amostra a ser estudada, acredita-se que em detrimento de pelo menos cinco pessoas com expertise na área, o profissional apresentará conhecimento empírico consistente fornecendo dados mais bem fundamentados e amplos com relação às suas respostas.

Amostra desta pesquisa não terá caráter probabilístico, sendo chamadas todas as pessoas com experiência na área ambiental de rodovias que o autor tem contato profissional em virtude de sua experiência na área.

### **4. Modelo do formulário de consentimento**

O modelo do formulário de consentimento encontra-se no Apêndice C.

### **5. Previsão de formas de acompanhamento do questionário**

O questionário será enviado via correio eletrônico às pessoas, e concedeu-se um prazo de 15 dias para respondê-lo.

### **6. Análise e avaliação dos dados coletados**

Os dados coletados por meio dos questionários serão analisados pelo método estatístico denominado Análise Hierárquica de Processos – AHP.

### **7. Termo de consentimento e esclarecimento**

Conforme consta no Apêndice D, será solicitado aos profissionais do questionário a sua assinatura em termo de consentimento e esclarecimento, de forma a resguardar o pesquisador com relação a coleta de dados

#### **8. Termo de responsabilidade**

Conforme consta no Apêndice E, será entregue aos profissionais assinatura em termo de responsabilidade, preenchido pelo pesquisador deste trabalho, de forma a oferecer segurança e tranquilidade as pessoas que responderam o questionário.

**APÊNDICE B - Roteiro para Questionário com Profissionais**

## **Roteiro para Questionário com Profissionais da Pesquisa**

**Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR**

**Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental – PPGEA**

**Título da Dissertação de Mestrado:** Método AHP para Avaliação Ambiental de Obras de Empreendimentos Rodoviários.

Orientador: Prof<sup>o</sup>. Dr<sup>o</sup>. Ricardo Nagamine Costanzi

Mestrando: Rafael Coelho Ciciliato

Prezado Profissional,

Sou aluno do Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental do PPGEA/UTFPR, e estou desenvolvendo minha dissertação sobre ponderação das principais não conformidades ambientais em obras rodoviárias, com a utilização do método estatístico denominado Análise Hierárquica de Processos (AHP), com o qual permite a elaboração de uma estrutura hierárquica por meio de prioridades, auxiliando como apoio a tomada de decisão. Sendo assim, o objetivo principal desta pesquisa é identificar e ponderar as principais não conformidades relacionadas com a supervisão ambiental de obras rodoviárias por meio da aplicação do método AHP a partir da expertise de profissionais envolvidos na gestão ambiental de rodovias. Esta dissertação está sob a orientação do Professor Doutor Ricardo Nagamine Costanzi.

Em detrimento de V.Sa. realizar profissionalmente trabalhos relacionados a gestão ambiental de empreendimentos rodoviários, solicito por gentileza, a sua colaboração na obtenção de dados necessários a esta pesquisa. O motivo de nosso contato é em detrimento de sua experiência e colocação profissional, vivência e conhecimento sobre o assunto, que são de extrema importância para este trabalho.

As informações prestadas por meio do questionário serão analisadas e consolidadas com a de outros profissionais, servindo como base para o método de análise hierárquica. O propósito do questionário não é avaliar se as respostas estão certas ou erradas, mas sim, levantar dados e informações para serem avaliados por método matemático denominado AHP.

Ressalta-se ainda, que os dados específicos de cada profissional envolvido com a supervisão ambiental serão sigilosos, e apenas as conclusões gerais sobre o assunto serão apresentadas nos resultados e discussões da pesquisa.

Atenciosamente,  
Rafael Coelho Ciciliato  
Ricardo Nagamine Costanzi

## QUESTIONÁRIO

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

E-mail: \_\_\_\_\_ Fone: \_\_\_\_\_

Data \_\_/\_\_/\_\_

Cidade: \_\_\_\_\_

Sigilo quanto à identidade do entrevistado: ( ) Sim ( ) Não

1. Qual a sua formação acadêmica?
2. Possui alguma especialização? Se positivo em que área?
3. Possui alguma Pós-graduação *Stricto Sensu*? Se positivo em que área?
4. Há quantos anos trabalha com a área ambiental de rodovias?
5. Há considerações gerais sobre as não conformidades ambientais (ocorrências ambientais)?

O questionário abaixo corresponde às ocorrências ambientais que podem ocorrer em obras rodoviária. Há três hierarquias de classificação das ocorrências conforme FLUXOGRAMA anexo (1 - Natureza da Ocorrência; 2 – Grupo da Ocorrência e; 3 – Descrições da Ocorrência).

Devido ao seu conhecimento empírico (experiência) quantificar de uma escala de 0 a 10 cada conteúdo das três hierarquias, com relação à gravidade da existência daquela ocorrência.

Ou seja, 10 (ocorrência altamente significativa/impactante ao meio ambiente), 0 (ocorrência não significativa).

Utilize o FLUXOGRAMA para se localizar no QUESTIONÁRIO.

- As questões de 01 a 80 correspondem a 3 – Descrição da Ocorrência;
- As questões de 81 a 92 correspondem a 2 – Grupo da Ocorrência;
- As questões de 93 a 100 correspondem a 1 – Natureza da Ocorrência.

Todas as perguntas do QUESTIONÁRIO correspondem ao FLUXOGRAMA. O FLUXOGRAMA é para visualizar o cenário de ocorrências.

**LIC – LICENCIAMENTO: licenças, autorizações, TCRA, certidões, cadastros, outros.**

**LICENÇA AMBIENTAL**

1. Vencimento de licença ambiental para realização das obras;  
 - 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 10
2. Descumprimento de condicionante da licença ambiental para realização das obras;  
 - 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 10

**AUTORIZAÇÃO AMBIENTAL ESPECÍFICA**

3. Vencimento de autorização para supressão de vegetação (ASV), para intervenção em recursos hídricos (Outorga) e outras;  
 - 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 10
4. Descumprimento de condicionante da autorização para supressão de vegetação (ASV), para intervenção em recursos hídricos (Outorga) e outras;  
 - 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 10

**CADASTRO AMBIENTAL ESPECÍFICO**

5. Ausência de cadastro para instalação e utilização de áreas de empréstimo (jazidas);  
 - 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 10
6. Ausência de cadastro para instalação e utilização de bota-fora solo excedente;  
 - 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 10
7. Ausência de cadastro para instalação e utilização de bota-espera de frezado;  
 - 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 10
8. Ausência de cadastro para instalação e utilização de bota-espera de resíduos classe A perante o CONAMA 307:2002 e CONAMA 448:2012;  
 - 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 10
9. Ausência de cadastro para instalação e utilização de bota-espera de matéria-prima;  
 - 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 10
10. Ausência de cadastro para instalação e utilização de canteiro de obras;  
 - 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 10

11. Ausência de cadastro para instalação e utilização de caminhos de serviço;

- 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 10

12. Ausência do termo de encerramento/recuperação de área de apoio;

- 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 10

### **BIÓTICO**

#### **FAU – FAUNA**

13. Não realização do manejo, afugentamento ou resgate da fauna na etapa de supressão de vegetação;

- 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 10

14. Atropelamento de fauna por veículos de obras ou veículos de terceiros;

- 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 10

15. Caça de fauna;

- 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 10

#### **VEG – VEGETAÇÃO: supressão ou soterramento de vegetação,**

#### **disposição ou queima de material**

16. Não utilização da prática de raspagem e armazenamento adequado da camada vegetal e solo superficial;

- 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 10

17. Armazenamento inadequado de material vegetal;

- 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 10

18. Presença de restos de material vegetal em obras ou área de apoio;

- 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 10

19. Queima de material vegetal;

- 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 10

20. Serviços indevidos em área de preservação permanente (APP);

- 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 10

21. Soterramento de material vegetal;

- 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 10

22. Danos físicos ou mecânicos a vegetação;

- 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 10

23. Ausência de delimitação da área vegetada ou área de preservação permanente (APP) a ser suprimida;

- 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 10

24. Cobertura vegetal deficitária para proteção superficial após conclusão da obra;

- 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 10

**PDS – Processo de Dinâmica Superficial**

**ERS – EROSIÃO: processos erosivos de diversos tipos**

25. Solo superficial desprotegido em locais com risco de processos erosivos;

- 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 10

26. Processo erosivo inicial (laminar);

- 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 10

27. Sulcos erosivos em taludes de corte ou aterro;

- 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 10

28. Processo erosivo em fase de ravina;

- 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 10

29. Processo erosivo em fase de voçoroca;

- 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 10

30. Escorregamentos;

- 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 10

31. Recalque em aterro;

- 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 10

**ASS – ASSOREAMENTO: assoreamento de corpos, áreas protegidas,**

**corpo estradal, outros**

32. Assoreamento de sistema de drenagem pluvial (canelas, tubulações, caixa de passagem/inspeção, bueiros) com solo de obras ou propriedade lindeira;

- 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 10

33. Assoreamento de curso d'água com solo de obras ou propriedade lindeira;

- 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 10

34. Carreamento de solo para propriedade lindeira ou áreas protegidas;

- 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 10

35. Carreamento de solo para obras ou áreas de apoio;

- 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 10

36. Carreamento de solo para corpo estradal;

- 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 10

**RES – RESÍDUOS SÓLIDOS: geração, armazenamento, destinação,****outros**

37. Ausência de envio de comprovantes de correta destinação dos resíduos para Concessionária por parte de Empreiteiras ou de Terceiros;  
 - 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 10
38. Ausência de área/local adequado e identificado nas obras para armazenamento temporário de resíduo de concreto, pavimentação, tubulação de concreto danificada, tijolos, classificados como A perante o CONAMA 307:2002 e CONAMA 448:2012;  
 - 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 10
39. Ausência de baias e/ou local adequado e identificado nas obras para armazenamento temporário de resíduo reciclável (classe B) e/ou perigoso (classe D) perante o CONAMA 307:2002 e CONAMA 448:2012;  
 - 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 10
40. Ausência de coletores (lixeiros) para resíduos domésticos gerados nas áreas de vivência ou outras (coletores reciclável, orgânico e rejeito) conforme a norma ABNT NBR 10.004:2004;  
 - 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 10
41. Transbordamento de resíduos armazenados em recipientes, baias e locais;  
 - 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 10
42. Deposição ou armazenamento de resíduos de classes diferentes misturados;  
 - 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 10
43. Deposição ou armazenamento de resíduos em local inadequado;  
 - 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 10
44. Disposição (destinação final) de resíduos em local inadequado;  
 - 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 10
45. Contaminação do solo por resíduos ou restos de concreto;  
 - 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 10
46. Contaminação do recurso hídrico por resíduos ou restos de concreto;  
 - 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 10
47. Ausência de proteção para transporte de resíduos ou matéria-prima (sem lona ou cobertura deficitária);  
 - 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 10

48. Queima de resíduos;

- 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 10

**EFL – EFLUENTE LÍQUIDO: esgoto doméstico/sanitário, efluente industrial, outros**

**ESGOTO DOMÉSTICO /SANITÁRIO**

49. Ausência de envio de comprovantes de correta destinação do esgoto de banheiro químico para Concessionária por parte de Empreiteiras ou Terceiros;

- 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 10

50. Ausência de sistema de tratamento (tanque séptico + filtro anaeróbio + sumidouro) de esgoto doméstico para banheiros;

- 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 10

51. Ausência de manutenção para sistema de tratamento de esgoto doméstico;

- 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 10

52. Banheiros em locais indevidos;

- 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 10

53. Lançamento de esgoto doméstico no solo sem tratamento;

- 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 10

54. Lançamento de esgoto doméstico em recurso hídrico sem tratamento;

- 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 10

**EFLUENTE DE LAVAGEM DE VEÍCULO OU EQUIPAMENTO CONTENDO RESÍDUOS CONCRETO**

55. Ausência de sistema de tratamento para efluente com resíduos de concreto;

- 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 10

56. Ausência de manutenção para sistema de tratamento para efluente com resíduos de concreto;

- 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 10

57. Sistema de tratamento de efluente de concreto em local indevido;

- 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 10

58. Contaminação do solo por efluente com resíduos de concreto;

- 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 10

59. Contaminação de recurso hídrico por efluente com resíduos de concreto;

- 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 10

**EFLUENTE OLEOSO**

60. Ausência de sistema de tratamento para efluente oleoso (caixas separadoras de água e óleo SAO);  
 - 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 10
61. Ausência de manutenção para sistema de tratamento de efluente oleoso;  
 - 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 10
62. Ausência de envio de comprovantes de correta destinação da borra de óleo da caixa SAO para Concessionária por parte de Empreiteiras/Terceiros;  
 - 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 10
63. Sistema de tratamento de efluente oleoso em local indevido;  
 - 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 10
64. Contaminação do solo por efluente oleoso;  
 - 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 10
65. Contaminação de recurso hídrico por efluente oleoso;  
 - 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 10

#### **ATM – POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA**

66. Emissão de fumaça preta acima dos padrões da Escala Ringelmann por veículo ou equipamento;  
 - 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 10
67. Ausência de sistema de controle de poluição em chaminés de unidades industriais;  
 - 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 10
68. Formação de poeira em suspensão;  
 - 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 10

#### **PER – PRODUTOS PERIGOSOS**

69. Contaminação do solo devido ao vazamento de equipamentos ou veículos;  
 - 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 10
70. Contaminação dos recursos hídricos devido ao vazamento de equipamentos ou veículos;  
 - 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 10
71. Local e/ou recipiente inadequado para armazenamento de produto perigoso;  
 - 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 10
72. Ausência de dispositivo de contenção para vazamento de produtos perigosos de equipamentos/veículos;

- 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 10

**SET – SEGURANÇA DO TRABALHO:**

**EMIÇÃO DE RÚIDO**

73. Veículo, equipamento ou unidade industrial emitindo ruído excessivo por motivos diversos;

- 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 10

74. Veículo, equipamento ou unidade industrial emitindo ruído fora do horário de trabalho em local que apresenta receptores sensíveis.

- 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 10

**SAÚDE E HIGIENE DO TRABALHADOR**

75. Colaborador(es) sem EPI's;

- 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 10

76. Colaborador(es) com EPI's inadequado;

- 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 10

77. Ausência de sanitários nas obras;

- 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 10

78. Instalações sanitárias inadequadas;

- 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 10

79. Canteiro de obras desorganizado;

- 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 10

80. Ausência de sinalização indicativa de obras;

- 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 10

81. **LICENÇA AMBIENTAL**

- 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 10

82. **AUTORIZAÇÃO AMBIENTAL ESPECÍFICA**

- 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 10

83. **CADASTRO AMBIENTAL ESPECÍFICO**

- 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 10

84. **FAUNA**

- 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 10

85. **VEG – VEGETAÇÃO**

- 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 10

86. **EROSÃO**

- 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 10

87. **ASSOREAMENTO** - 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 1088. **ESGOTO DOMÉSTICO /SANITÁRIO** - 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 1089. **EFLUENTE DE LAVAGEM DE VEÍCULO OU EQUIPAMENTO  
CONTENDO RESÍDUOS CONCRETO** - 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 1090. **EFLUENTE OLEOSO** - 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 1091. **EMIÇÃO DE RUÍDO** - 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 1092. **SAÚDE E HIGIENE DO TRABALHADOR** - 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 1093. **LIC – LICENCIAMENTO** - 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 1094. **BIÓTICO** - 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 1095. **PDS – Processo de Dinâmica Superficial** - 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 1096. **RES – RESÍDUOS SÓLIDOS** - 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 1097. **EFL – EFLUENTE LÍQUIDO** - 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 1098. **ATM – POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA** - 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 1099. **PER – PRODUTOS PERIGOSOS** - 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 10100. **SET – SEGURANÇA DO TRABALHO** - 0  - 1  - 2  - 3  - 4  - 5  - 6  - 7  - 8  - 9  - 10

A partir da estrutura hierárquica são definidos:

- **Meta/objetivo = impacto ambiental:** Ponderação dos impactos ambientais avaliados durante a supervisão ambiental em obras de empreendimentos rodoviários consiste no objetivo geral do que se pretende com a análise hierárquica. Os profissionais com experiência na área de gestão ambiental de obras rodoviárias irá ponderar cada um dos critérios, subcritérios e alternativas conforme descrito a seguir.

- **Critérios =**

**LIC:** licenciamento;

**BIO:** biótico;

**PDS:** processo de dinâmica superficial;

**RES:** resíduos sólidos;

**EFL:** efluentes líquidos;

**ATM:** poluição atmosférica;

**PER:** produtos perigosos;

**SET:** segurança do trabalho.

São as principais classificações de aspectos ambientais relacionados a obras rodoviárias.

Alguns destes critérios ainda de subdividem em subcritérios antes das alternativas, como demonstrado a seguir.

- **Subcritérios =**

**LA:** licença ambiental;

**AAE:** autorização ambiental específica;

**CAE:** cadastro ambiental específico;

**FAU:** fauna;

**VEG:** vegetação;

**ERS:** erosão;

**ASS:** assoreamento;  
**ESG:** esgoto doméstico/sanitário;  
**EFC:** efluente de fabricação de concreto;  
**EFO:** efluente oleoso;  
**RUI:** emissão de ruído;  
**SAH:** saúde e higiene do trabalhador.

São as subclassificações de aspectos ambientais relacionados a obras rodoviárias.

- **Alternativas =**

**LIC - LA - ALT.01:** vencimento de licença ambiental para realização das obras;

**LIC - LA - ALT.02:** descumprimento de condicionante da licença ambiental para realização das obras;

**LIC - AAE - ALT.01:** vencimento de autorização para supressão de vegetação (ASV), para intervenção em recursos hídricos (Outorga) e outras;

**LIC - AAE - ALT.02:** descumprimento de condicionante da autorização para supressão de vegetação (ASV), para intervenção em recursos hídricos (Outorga) e outras;

**LIC - CAE - ALT.01:** ausência de cadastro para instalação e utilização de áreas de empréstimo (jazidas);

**LIC - CAE - ALT.02:** ausência de cadastro para instalação e utilização de bota-fora solo excedente;

**LIC - CAE - ALT.03:** ausência de cadastro para instalação e utilização de bota-espere de frezado;

**LIC - CAE - ALT.04:** ausência de cadastro para instalação e utilização de bota-espere de resíduos classe A perante o CONAMA 307:2002 e CONAMA 448:2012;

**LIC - CAE - ALT.05:** ausência de cadastro para instalação e utilização de bota-espere de matéria-prima;

**LIC - CAE - ALT.06:** ausência de cadastro para instalação e utilização de canteiro de obras;

**LIC - CAE - ALT.07:** ausência de cadastro para instalação e utilização de caminhos de serviço;

**LIC - CAE - ALT.08:** ausência do termo de encerramento/recuperação de área de apoio;

**BIO - FAU - ALT.01:** não realização do manejo, afugentamento ou resgate da fauna na etapa de supressão de vegetação;

**BIO - FAU - ALT.02:** atropelamento de fauna por veículos de obras ou veículos de terceiros;

**BIO - FAU - ALT.03:** caça de fauna;

**BIO - VEG - ALT.01:** não utilização da prática de raspagem e armazenamento adequado da camada vegetal e solo superficial;

**BIO - VEG - ALT.02:** armazenamento inadequado de material vegetal;

**BIO - VEG - ALT.03:** presença de restos de material vegetal em obras ou área de apoio;

**BIO - VEG - ALT.04:** queima de material vegetal;

**BIO - VEG - ALT.05:** serviços indevidos em área de preservação permanente (APP);

**BIO - VEG - ALT.06:** soterramento de material vegetal;

**BIO - VEG - ALT.07:** danos físicos ou mecânicos a vegetação;

**BIO - VEG - ALT.08:** ausência de delimitação da área vegetada ou área de preservação permanente (APP) a ser suprimida;

**BIO - VEG - ALT.09:** cobertura vegetal deficitária para proteção superficial após conclusão da obra;

**PDS - ERS - ALT.01:** solo superficial desprotegido em locais com risco de processos erosivos;

**PDS - ERS - ALT.02:** processo erosivo inicial (laminar);

**PDS - ERS - ALT.03:** sulcos erosivos em taludes de corte ou aterro;

**PDS - ERS - ALT.04:** processo erosivo em fase de ravina;

**PDS - ERS - ALT.05:** processo erosivo em fase de voçoroca;

**PDS - ERS - ALT.06:** escorregamentos;

**PDS - ERS - ALT.07:** recalque em aterro;

**PDS - ASS - ALT.01:** assoreamento de sistema de drenagem pluvial (canelas, tubulações, caixa de passagem/inspeção, bueiros) com solo de obras ou propriedade limdeira;

**PDS - ASS - ALT.02:** assoreamento de curso d'água com solo de obras ou propriedade lindeira;

**PDS - ASS - ALT.03:** carreamento de solo para propriedade lindeira ou áreas protegidas;

**PDS - ASS - ALT.04:** carreamento de solo para obras ou áreas de apoio;

**PDS - ASS - ALT.05:** carreamento de solo para corpo estradal;

**RES - ALT.01:** ausência de envio de comprovantes de correta destinação dos resíduos para Concessionária por parte de Empreiteiras ou de Terceiros;

**RES - ALT.02:** ausência de área/local adequado e identificado nas obras para armazenamento temporário de resíduo de concreto, pavimentação, tubulação de concreto danificada, tijolos, classificados como A perante o CONAMA 307:2002 e CONAMA 448:2012;

**RES - ALT.03:** ausência de baias e/ou local adequado e identificado nas obras para armazenamento temporário de resíduo reciclável (classe B) e/ou perigoso (classe D) perante o CONAMA 307:2002 e CONAMA 448:2012;

**RES - ALT.04:** ausência de coletores (lixeiras) para resíduos domésticos gerados nas áreas de vivência ou outras (coletores reciclável, orgânico e rejeito) conforme a norma ABNT NBR 10.004:2004;

**RES - ALT.05:** transbordamento de resíduos armazenados em recipientes, baias e locais;

**RES - ALT.06:** deposição ou armazenamento de resíduos de classes diferentes misturados;

**RES - ALT.07:** deposição ou armazenamento de resíduos em local inadequado;

**RES - ALT.08:** disposição (destinação final) de resíduos em local inadequado;

**RES - ALT.09:** contaminação do solo por resíduos ou restos de concreto;

**RES - ALT.10:** contaminação do recurso hídrico por resíduos ou restos de concreto;

**RES - ALT.11:** ausência de proteção para transporte de resíduos ou matéria-prima (sem lona ou cobertura deficitária);

**RES - ALT.12:** queima de resíduos;

**EFL - ESG - ALT.01:** ausência de envio de comprovantes de correta destinação do esgoto de banheiro químico para Concessionária por parte de Empreiteiras ou Terceiros;

**EFL - ESG - ALT.02:** ausência de sistema de tratamento (tanque séptico + filtro anaeróbio + sumidouro) de esgoto doméstico para banheiros;

**EFL - ESG - ALT.03:** ausência de manutenção para sistema de tratamento de esgoto doméstico;

**EFL - ESG - ALT.04:** banheiros em locais indevidos;

**EFL - ESG - ALT.05:** lançamento de esgoto doméstico no solo sem tratamento;

**EFL - ESG - ALT.06:** lançamento de esgoto doméstico em recurso hídrico sem tratamento;

**EFL - EFC - ALT.01:** ausência de sistema de tratamento para efluente com resíduos de concreto;

**EFL - EFC - ALT.02:** ausência de manutenção para sistema de tratamento para efluente com resíduos de concreto;

**EFL - EFC - ALT.03:** sistema de tratamento de efluente de concreto em local indevido;

**EFL - EFC - ALT.04:** contaminação do solo por efluente com resíduos de concreto;

**EFL - EFC - ALT.05:** contaminação de recurso hídrico por efluente com resíduos de concreto;

**EFL - EFO - ALT.01:** ausência de sistema de tratamento para efluente oleoso (caixas separadoras de água e óleo SAO);

**EFL - EFO - ALT.02:** ausência de manutenção para sistema de tratamento de efluente oleoso;

**EFL - EFO - ALT.03:** ausência de envio de comprovantes de correta destinação da borra de óleo da caixa SAO para Concessionária por parte de Empreiteiras/Terceiros;

**EFL - EFO - ALT.04:** sistema de tratamento de efluente oleoso em local indevido;

**EFL - EFO - ALT.05:** contaminação do solo por efluente oleoso;

**EFL - EFO - ALT.06:** contaminação de recurso hídrico por efluente oleoso;

**ATM - ALT.01:** emissão de fumaça preta acima dos padrões da Escala Ringelmann por veículo ou equipamento;

**ATM - ALT.02:** ausência de sistema de controle de poluição em chaminés de unidades industriais;

**ATM - ALT.03:** formação de poeira em suspensão;

**PER - ALT.01:** contaminação do solo devido ao vazamento de equipamentos ou veículos;

**PER - ALT.02:** contaminação dos recursos hídricos devido ao vazamento de equipamentos ou veículos;

**PER - ALT.03:** local e/ou recipiente inadequado para armazenamento de produto perigoso;

**PER - ALT.04:** ausência de dispositivo de contenção para vazamento de produtos perigosos de equipamentos/veículos;

**SET - RUI - ALT.01:** veículo, equipamento ou unidade industrial emitindo ruído excessivo por motivos diversos;

**SET - RUI - ALT.02:** veículo, equipamento ou unidade industrial emitindo ruído fora do horário de trabalho em local que apresenta receptores sensíveis;

**SET - SAH - ALT.01:** colaborador(es) sem EPI's;

**SET - SAH - ALT.02:** colaborador(es) com EPI's inadequado;

**SET - SAH - ALT.03:** ausência de sanitários nas obras;

**SET - SAH - ALT.04:** instalações sanitárias inadequadas;

**SET - SAH - ALT.05:** canteiro de obras desorganizado;

**SET - SAH - ALT.06:** ausência de sinalização indicativa de obras.

**APÊNDICE C - Termo de Consentimento e Esclarecimento**

### Termo de Consentimento e Esclarecimento

Eu, \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Carteira de identidade profissional \_\_\_\_\_, declaro que concordo em participar como voluntário do estudo que tem como pesquisador responsável o aluno Rafael Coelho Ciciliato, e-mail ciciliato10@hotmail.com, telefone (43) 9965-6479, do curso de Mestrado em Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental (PPGEA). Estou ciente de que este estudo tem entre seus objetivos realizar aplicação de questionário com pessoas com experiência na área de gestão ambiental de empreendimentos rodoviários, visando por parte do mestrado a realização de sua dissertação de mestrado com título MÉTODO AHP PARA AVALIAÇÃO AMBIENTAL DE OBRAS DE EMPRENDIMENTOS RODOVIÁRIOS. Minha colaboração será responder questionário e devolvê-lo via e-mail ao mestrando. Entendo que este estudo possui finalidade acadêmica, e os dados particulares e nomes dos profissionais não serão divulgados, atestando a garantia do anonimato dos participantes, de forma a assegurar a minha privacidade. Além disso, posso abandonar a participação da pesquisa quando quiser.

Londrina, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2016

\_\_\_\_\_  
Assinatura

---

**APÊNDICE D - Termo de Responsabilidade**

### Termo de Responsabilidade

Eu, Rafael Coelho Ciciliato, carteira profissional CREA PR 125.767/D, e-mail ciciliato10@hotmail.com, telefone para contato (43) 9965-6479, do curso de Mestrado em Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental (PPGEA), declaro a \_\_\_\_\_

que os dados particulares e nomes dos participantes na pesquisa para a dissertação do mestrado em Engenharia Ambiental, intitulado MÉTODO AHP PARA AVALIAÇÃO AMBIENTAL DE OBRAS DE EMPRENDIMENTOS RODOVIÁRIOS, não serão divulgados, de forma a garantir a preservação do anonimato dos profissionais, assegurando sua privacidade. Ressalto que o respondente é facultado abandonar a sua participação na pesquisa quando quiser.

Londrina, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2016

\_\_\_\_\_  
Assinatura

---

**APÊNDICE E - Considerações Gerais dos Profissionais sobre Não Conformidades Ambientais (Ocorrências Ambientais)**

As considerações gerais dos profissionais com relação as não conformidades ambientais são representações de valores provenientes da vivência e experiência de problemas ambientais contextualizados em sistemas rodoviários que podem ser traduzidos metodologicamente na forma de ponderação.

De forma geral, pode-se verificar algumas considerações gerais de cada profissional (*vide Tabela 4*).

O profissional 01 mencionou que o descumprimento de condicionantes pode ocasionar o cancelamento de licenças e autorizações, bem como multas e infrações criminais. Inclui-se em sua análise que os impactos com contaminação de solo têm maior capacidade de recuperação do que aqueles nos recursos hídricos.

O profissional 02 apresenta dois questionamentos principais. O primeiro se refere aos resultados do monitoramento ambiental. Não adianta criar um sistema de monitoramento ambiental sem ter uma forma de cobrar a empreiteira para adotar as medidas mitigadoras e de recuperação propostas no monitoramento, portanto, é de suma importância à existência de cláusulas contratuais junto à empreiteira de forma a penalizar financeiramente pelo não atendimento às não conformidades ambientais. Outro problema se refere à atuação de fiscalização dos órgãos ambientais licenciadores. Os órgãos ambientais atuam efetivamente na emissão de licenças ambientais, entretanto, não atuam na fiscalização do empreendedor durante a implantação das obras, ou seja, trabalham praticamente somente como despachantes. O órgão ambiental deveria ter uma atuação rotineira também no acompanhamento das obras para fiscalizar a implementação dos programas ambientais propostos durante a fase de licença ambiental de instalação.

O profissional 04 ressaltou que o trabalho de prevenção é importante para a gestão ambiental de rodovias, podendo identificar a ocorrência antes mesmo dela aparecer.