UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE SAÚDE PÚBLICA

DENIS GERAGE AMORIM

***SUSTENTABILIDADE URBANA NO
PLANEJAMENTO DE RODOVIA PERIMETRAL
EM REGIÃO METROPOLITANA***

**SÃO PAULO
2019**

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE SAÚDE PÚBLICA

DENIS GERAGE AMORIM

*Sustentabilidade Urbana no Planejamento de
Rodovia Perimetral em Região Metropolitana*

*Dissertação apresentada ao Programa de Pós-
Graduação Ambiente, Saúde e Sustentabilidade, da
Faculdade de Saúde Pública, da Universidade de
São Paulo, para a obtenção do título de Mestre em
Ciências.*

Orientador: Prof. Dr. Arlindo Philippi Júnior

**VERSÃO REVISADA
SÃO PAULO
2019**

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na sua forma impressa como eletrônica. Sua reprodução, total ou parcial, é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

**Catálogo na Publicação (CIP)
Biblioteca/CIR da FSP/USP**

Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo

Amorim, Denis Gerage

Sustentabilidade Urbana no Planejamento de Rodovia Perimetral em Região Metropolitana. Arlindo Philippi Jr. – São Paulo – 2019.

310 f.

Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, 2019

AMORIM, Denis Gerage, Sustentabilidade Urbana no Planejamento de Rodovia Perimetral em Região Metropolitana - Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

FOLHA DE APROVAÇÃO (DISSERTAÇÃO)

Janus

Universidade de São Paulo

ATA DE DEFESA

Aluno: 6139 - 6064184 - 2 / Página 1 de 1

Ata de defesa de Dissertação do(a) Senhor(a) Denis Gerage Amorim no Programa: Mestrado Profissional Ambiente, Saúde e Sustentabilidade, do(a) Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo.

Aos 04 dias do mês de outubro de 2019, no(a) Sala CEAP 12 - Biblioteca realizou-se a Defesa da Dissertação do(a) Senhor(a) Denis Gerage Amorim, apresentada para a obtenção do título de Mestre intitulada:

"Sustentabilidade Urbana no Planejamento de Rodovia Perimetral em Região Metropolitana"

Após declarada aberta a sessão, o(a) Sr(a) Presidente passa a palavra ao candidato para exposição e a seguir aos examinadores para as devidas arguições que se desenvolvem nos termos regimentais. Em seguida, a Comissão Julgadora proclama o resultado:

Nome dos Participantes da Banca	Função	Sigla da CPG	Resultado
Arlindo Philippi Junior	Presidente	FSP - USP	Não Votante
Amarilis Lucia Casteli Figueiredo Gallardo	Titular	EP - USP	<u>Aprovado</u>
Ivan Carlos Maglio	Titular	Externo	<u>Aprovado</u>
Valdir Fernandes	Titular	UTFPR - Externo	<u>APROVADO</u>

Resultado Final: APROVADO

Parecer da Comissão Julgadora *

Eu, Carlos Alberto da Silva Santos Carlos Santos, lavrei a presente ata, que assino juntamente com os(as) Senhores(as). São Paulo, aos 04 dias do mês de outubro de 2019.

Amarilis Lucia Casteli Figueiredo Gallardo
Amarilis Lucia Casteli Figueiredo Gallardo

Ivan Carlos Maglio
Ivan Carlos Maglio

Valdir Fernandes
Valdir Fernandes

Arlindo Philippi Junior
Arlindo Philippi Junior
Presidente da Comissão Julgadora

* Obs: Se o candidato for reprovado por algum dos membros, o preenchimento do parecer é obrigatório.

DEDICATÓRIA

Ao Governo do Estado de São Paulo, por proporcionar minha graduação, pós-graduação e experiências profissionais na área de meio ambiente, segurança e transporte.

AGRADECIMENTOS

Ao professor e orientador Arlindo Philippi Jr., pela oportunidade e confiança para a realização deste trabalho e, sobretudo, por me mostrar a importância da sustentabilidade urbana, incentivando-me a contribuir para melhorar a qualidade de vida nas cidades.

À Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo (FSP/USP), por me proporcionar um ambiente de aprendizado ideal para o desenvolvimento deste projeto.

Aos colegas Amanda Carbone, Sonia Maria Coutinho, Mary Dias Lobas de Castro, Fernanda Bertaco Bueno, Debora Sotto e Eduardo Neder, pelas contribuições e discussões durante as reuniões do grupo de pesquisa do professor Arlindo Philippi Jr.

Aos Professores, Ivan Carlos Maglio e Karin Regina de Casas Castro Marins, pelas valiosas contribuições na etapa de qualificação deste trabalho, que ajudaram a aprimorar o desenvolvimento desta pesquisa.

Aos membros da banca examinadora, Amarilis Gallardo, Valdir Fernandes e Ivan Maglio, por aceitarem o convite e pelas recomendações científicas, que contribuíram muito para a melhoria deste trabalho.

À Natália, minha amada companheira, pela compreensão da minha ausência, ainda que presente fisicamente.

Ao meu filho Bento, que me presenteou com sua chegada e benção durante essa jornada, e por reforçar a importância das ações do presente para as futuras gerações.

Aos meus pais, pelo amor, apoio e viabilização do meu aprendizado.

Ao Eng. Marcelo Arreguy Barbosa, por me ajudar a entender o equilíbrio, a razoabilidade e a sensatez nas tomadas de decisões em empreendimentos de infraestrutura de transporte.

À equipe da DERSA e consultores, pela convivência, ensinamentos e contribuições na elaboração deste trabalho.

A todos os autores de trabalhos, científicos e técnicos, que trouxeram as informações e descobertas que deram a base para o desenvolvimento deste trabalho.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para que o produto deste trabalho pudesse ser concluído.

RESUMO

AMORIM, D. G. **Sustentabilidade Urbana no Planejamento de Rodovia Perimetral em Região Metropolitana**. 2019. 310 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

Empreendimentos rodoviários oferecem diversos benefícios à população quanto à mobilidade, acessibilidade, melhoria da qualidade de vida e desenvolvimento socioeconômico. Contudo, trazem consigo uma série de impactos e riscos socioambientais que, normalmente, são bastante polêmicos, especialmente em regiões metropolitanas, que interferem com grandes aglomerados urbanos. Essas intervenções impõem altos custos para as pessoas, grupos ou comunidades impactadas, principalmente quando se encontram em situação de vulnerabilidade social e econômica. É nesse sentido que a adoção de uma abordagem de sustentabilidade urbana na tomada de decisão no desenvolvimento de infraestrutura rodoviária é primordial para atender aos anseios da população e às necessidades econômicas, sociais e ambientais. Visando contribuir para sistematização de informações que subsidiem decisões no planejamento de infraestrutura rodoviária, este trabalho teve como objetivo elaborar uma estrutura conceitual composta por objetivos, metas e indicadores. Para tanto, foram definidos os seguintes objetivos específicos: (i) Revisar os princípios da sustentabilidade urbana e de transporte sustentável, bem como os principais métodos de avaliação de sustentabilidade utilizados na fase de planejamento; (ii) Analisar as interfaces urbano-rodoviárias frente à implantação de rodovia perimetral em uma região metropolitana brasileira; e (iii) Definir os indicadores de sustentabilidade que representem as questões relevantes nas interfaces urbano-rodoviárias. O estudo utilizou-se uma abordagem qualitativa, de caráter exploratório, combinando os procedimentos técnicos de pesquisa bibliográfica e estudo de caso. Como produto da pesquisa, foram elaboradas fichas de avaliação para cada indicador selecionado, contendo orientações gerais para aplicação e medidas de desempenho mensurável, de forma desagregada, para orientar o processo de avaliação por agências de transporte. Esta pesquisa contribuiu para iniciar uma longa discussão de estruturas que auxiliem na avaliação de desempenho de sustentabilidade no planejamento de infraestrutura de transporte. Assim, a estrutura não deve ser considerada um produto definitivo, mas sim uma ideia em construção, que abarca as principais questões relacionadas ao tema e avança nas discussões sobre planejamento de transporte e desenvolvimento territorial.

Palavras-chave: Transporte sustentável, sustentabilidade urbana, rodovias, avaliação de sustentabilidade, indicadores.

ABSTRACT

AMORIM, D. G. **Urban Sustainability in the Planning of Perimeter Highway in Metropolitan Region.** 2019. 310 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

Highways offer many benefits to the population in terms of mobility, accessibility, quality of life and socioeconomic development. However, they bring with them many social and environmental impacts and risks that are usually quite controversial, especially in metropolitan regions, which interfere with large urban agglomerations. These interventions impose high costs on impacted people, groups or communities, especially when they are in situation of social and economic vulnerability. Therefore, the adoption of an urban sustainability approach in decision-making in road infrastructure development is essential to meet the needs of the population and the economic, social and environmental needs. Aiming to contribute to the systematization of information that supports decisions on road infrastructure planning, this work aimed to elaborate a framework composed by objectives, goals and indicators. To this end, the following specific objectives were defined: (i) Review the principles of urban sustainability and sustainable transport, as well as the main sustainability assessment methods used in the planning phase; (ii) Analyze the urban-road interfaces of the implementation of a perimeter highway in Brazilian metropolitan region; and (iii) Define the sustainability indicators that represent the relevant issues at the urban-road interfaces. The study used a qualitative and exploratory approach, combining the technical procedures of bibliographic research and case study. As a result of the research, evaluation sheets were prepared for each selected indicator, containing general application guidelines and measurable performance measures, disaggregated, to guide the evaluation process by transportation agencies. This research contributed to initiate a long discussion of structures that aid in the assessment of sustainability performance in transport infrastructure planning. Thus, the structure should not be considered a definitive product, but rather an idea under construction that encompasses the main issues related to the theme and advances in discussions about transport planning and territorial development.

Keywords: Sustainable transport, urban sustainability, highways, sustainability assessment, indicators.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Diagrama da estrutura da pesquisa.	22
Figura 2 - Modelo conceitual da pesquisa.....	24
Figura 3 - Rodoanel Mário Covas – Localização por Trechos.....	29
Figura 4 - Etapas do processo de elaboração da estrutura conceitual.	32
Figura 5 - Fontes de levantamento dos elementos de sustentabilidade urbana e de transporte... 33	
Figura 6 - Modelo de ficha de avaliação utilizada.	36
Figura 7 - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável – ODS.	39
Figura 8 - Eixos do Programa Cidades Sustentáveis.....	42
Figura 9 - Processo de planejamento estratégico tradicionalmente utilizado.....	86
Figura 10 - Estrutura para ferramentas de avaliação de sustentabilidade.	91
Figura 11 - Categorias de ferramentas de sustentabilidade.	92
Figura 12 - A hierarquia da informação através do prisma de indicadores sustentáveis.....	100
Figura 13 - Ciclo de Planejamento do PDDT Vivo.....	105
Figura 14 - Esquema Metodológico da AAE do Programa Rodoanel.	111
Figura 15 - Fases de tomada de decisão em transporte de uso potencial da estrutura conceitual.	171
Figura 16 - Relação entre os tipos de aplicação.	188
Figura 17- Modelo conceitual de aplicação potencial da estrutura.	190
Figura 18 - Grupos de partes interessadas de empreendimentos rodoviários, seguindo a classificação de El-Gohary et al. (2006).	196

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Matrizes discursivas da sustentabilidade urbana.....	41
Quadro 2 - Exemplos de definições de transporte sustentável.	45
Quadro 3 - Recomendações para Desenvolvimento e Implementação de Políticas.....	48
Quadro 4 - Níveis de envolvimento do público.	73
Quadro 5 – Políticas Nacionais Urbanas e Ambientais.....	76
Quadro 6 - Princípios e objetivos da Política Nacional de Mobilidade Urbana (2012).	81
Quadro 7 - Análise das principais ferramentas de avaliação da sustentabilidade	94
Quadro 8 - Exemplos de ferramentas de classificação e certificação de sustentabilidade.	96
Quadro 9 - Relação entre objetivos e indicadores utilizados no PDDT Vivo.	108
Quadro 10 - Critérios para seleção de traçado.	129
Quadro 11 - Impactos potenciais identificados nos estudos ambientais.	130
Quadro 12 - Componentes ambientais avaliados nos EIA`s.	132
Quadro 13 - Impactos ambientais selecionados do EIA`s.....	133
Quadro 14 - Variáveis, Unidades e Periodicidade do Monitoramento da Dinâmica Demográfica.	165
Quadro 15 - Relação dos fatores de avaliação com Políticas, Normas ou Metas de Desenvolvimento Sustentável.....	174
Quadro 16 - Fatores de avaliação associados aos OTS.....	177
Quadro 17 - Metas conceituais correspondentes aos OTS.	178
Quadro 18 - Atributos de bons indicadores de transporte.	191

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Objetivos e Respectivos Pesos Adotados no PDDT Vivo.	107
Tabela 2 - Matriz de critérios de avaliação da cobertura vegetal nativa.	166

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	14
Problematização da pesquisa.....	17
Objetivos.....	20
Premissa.....	21
Organização da dissertação	21
CAPÍTULO 1 – ABORDAGEM METODOLÓGICA	23
1.1 Revisão da Literatura.....	25
1.2 Estudo de Caso.....	26
1.2.1 Seleção do Caso	27
1.2.2 Características Gerais do Estudo de Caso	28
1.2.3 Obtenção e Análise dos Dados	29
1.3 Processo de Desenvolvimento da Estrutura	31
1.3.1 Etapa 1. Determinação dos Fatores de Avaliação	32
1.3.2 Etapa 2. Elaboração de Objetivos de Transporte Sustentável (OTS)	33
1.3.3 Etapa 3. Estabelecimento das Metas Conceituais	34
1.3.4 Etapa 4. Seleção dos indicadores-chave e medidas de desempenho	34
CAPÍTULO 2 – TRANSPORTE E SUSTENTABILIDADE URBANA: FUNDAMENTOS TEÓRICOS	37
2.1 Sustentabilidade Urbana e Cidades Sustentáveis	37
2.2 Transporte Sustentável: Princípios e Definições	43
2.3 Questões Emergentes no Planejamento de Transporte para Sustentabilidade Urbana	50
2.3.1 Mobilidade Urbana.....	50
2.3.2 Acessibilidade	56
2.3.3 Equidade (ou Justiça Social)	58
2.3.4 Mudanças Climáticas	60
2.3.5 Poluição do Ar.....	65
2.3.6 Desenvolvimento Urbano e o Uso do Solo	66
2.3.7 A Participação Social	71
2.4 Principais Políticas Públicas Nacionais Aplicáveis.....	74
2.4.1 Políticas Urbanas e Ambientais.....	75
2.4.2 Política Nacional de Transportes.....	78
2.4.3 Política Nacional de Mobilidade Urbana.....	81
2.5 Planejamento de Infraestrutura Rodoviária no Brasil	82
2.6 Ferramentas de Avaliação de Sustentabilidade em Transporte	89
2.6.1 Sistemas de Classificação e de Certificação de Sustentabilidade.....	95
2.6.2 Indicadores de Sustentabilidade	99

CAPÍTULO 3 - O RODOANEL MÁRIO COVAS	102
3.1 Plano Diretor de Desenvolvimento de Transportes – PDDT Vivo.....	104
3.1.1 Consolidação do Processo de Avaliação do PDDT Vivo	108
3.2 Avaliação Ambiental Estratégica (AAE)	109
3.2.1 Objetivos e Processo Metodológico	109
3.2.2 Questões Socioambientais Estratégicas.....	112
3.2.3 Avaliação Ambiental do Programa	115
3.2.4 Consolidação do Processo de Avaliação da AAE	120
3.3 Estudos de Impacto Ambiental (EIA).....	123
3.3.1 Abordagens Metodológicas	123
3.3.2 Estudo de Transporte e os Benefícios Socioeconômicos.....	125
3.3.3 Estudo de Alternativas de Traçado.....	127
3.3.4 Avaliação Ambiental.....	130
3.1.1 Os Fatores e Impactos Significativos Avaliados no EIA.....	132
3.1 Estudo de Análise de Riscos (EAR)	156
3.2 Plano Básico Ambiental (PBA).....	158
3.3 Monitoramento da Expansão da Mancha Urbana	158
3.3.1 Definição das Áreas Monitoradas	159
3.3.2 Metodologia de Monitoramento das Áreas de Interesses	160
3.4 Sistema de Avaliação de Sustentabilidade: Envision	167
CAPÍTULO 4 – ESTRUTURA DE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DE SUSTENTABILIDADE.....	170
4.1 Sobre a Estrutura de Avaliação	170
4.2 Construção da Estrutura Conceitual.....	173
4.2.1 Fatores de Avaliação de Desempenho	173
4.2.2 Objetivos de Transporte Sustentável (OTS).....	177
4.2.3 Metas Conceituais	178
4.2.4 Indicadores de Sustentabilidade Selecionados	180
4.3 Orientações Gerais para Aplicação da Estrutura Conceitual	187
4.3.1 Possibilidades de Uso	187
4.3.2 Selecionando os Indicadores	189
4.3.3 Principais Técnicas de Coleta e Tratamento de Dados.....	193
4.3.4 Comunicação com as Partes Interessadas.....	195
4.3.5 Desafios Esperados.....	197
CAPÍTULO 5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS	199
5.1 Recomendações de Trabalhos Futuros	202
REFERÊNCIAS	204
APÊNDICE A	214
APÊNDICE B	220
APÊNDICE C	228
APÊNDICE D	236

INTRODUÇÃO

Os meios de transportes têm papel fundamental para o desenvolvimento dos vários setores da economia, influenciando as atividades comerciais, industriais e de serviços, além de exercer um importante papel nas relações sociais pela mobilidade e acessibilidade que promove. De acordo com a Confederação Nacional do Transporte (2015), o desenvolvimento socioeconômico de um país ou região está intimamente ligado às políticas de governo voltadas para a infraestrutura, sobretudo aquelas direcionadas para os meios de transporte rodoviário. A rede viária e as infraestruturas logísticas a ela associadas funcionam como meios imprescindíveis para a vitalidade social e econômica da Nação (PNT, 2018).

No entanto, embora o desenvolvimento das infraestruturas rodoviárias seja atualmente necessário para facilitar o crescimento econômico, a sua implantação causa efeitos ambientais e sociais adversos, tanto na escala local como global, que devem ser tratados adequadamente para assegurar um desenvolvimento sustentável. Os desafios se impõem em um contexto de demandas crescentes por infraestruturas de transportes e serviços logísticos eficientes, seja em função da necessária expansão da malha viária – e seu provável corolário de indução de maiores fluxos de pessoas e bens –, seja em razão do incremento natural esperado de crescimento econômico e demográfico do país (PNT, 2018).

Tradicionalmente, o planejamento de infraestrutura de transporte é baseado em diretrizes que minimizem o custo inicial e o tempo de entrega, e que maximize o padrão de qualidade e a funcionalidade do produto acabado, enfatizando a mobilidade do tráfego com poucas considerações pelas necessidades sociais e ambientais. Contudo, os sistemas de transporte implementados de maneira inadequada podem resultar em infraestruturas e serviços que venham a agravar as condições de pobreza, impactar sobremaneira o meio ambiente, ignorar as mudanças das necessidades de seus usuários e exceder a capacidade das finanças públicas e/ou privadas.

Preocupações globais sobre mudanças climáticas, uso de energia, impactos socioambientais e limites para recursos financeiros para infraestrutura de transporte exigem novas e diferentes abordagens para planejar, projetar, construir, operar e manter soluções e sistemas de transporte. Infraestruturas rodoviárias são, geralmente, muito dispendiosas e implicam a utilização de grandes quantidades de recursos, levam muitos anos para serem desenvolvidos e construídos, envolvem várias partes interessadas e os projetos podem afetar, direta ou indiretamente, milhões de pessoas que vivem em regiões metropolitanas.

É nesse contexto que tratar a sustentabilidade urbana em sistemas de transporte é fundamental, haja vista que o setor tem uma conexão fundamental com o desenvolvimento urbano e regional, além de ser alto consumidor de combustíveis fósseis, gerador de poluição do ar e de gases de efeito estufa, entre outros impactos locais e

globais. Dentre os sistemas de transporte, o modo rodoviário detém um expressivo consumo energético, emissões de GEE e externalidades causadas à sociedade, com potenciais impactos significativos no uso do solo urbano.

Segundo VTPI (2005), as estratégias que aumentam a eficiência do sistema de transporte e reduzem os impactos negativos do transporte estão entre as formas mais eficazes de avançar em direção aos objetivos de sustentabilidade. A adoção de uma abordagem de sustentabilidade urbana na tomada de decisão na fase de planejamento de empreendimentos rodoviários é primordial para atender aos anseios da população.

É consenso entre os especialistas que a redução global de viagens de automóvel é desejável em se tratando de sustentabilidade. No entanto, existem outros aspectos que podem contribuir para tornar uma infraestrutura rodoviária mais sustentável, que vão desde o uso e ocupação do solo, impactos na qualidade do ar, mobilidades, entre outros, cujas atividades podem ser influenciadas pelas agências de transporte.

As pressões populares, de órgãos ambientais e de agências financiadoras estão exigindo cada vez mais uma abordagem diferente na seleção de soluções de transporte. Por isso, as agências possuem maior esforço sobre os impactos ambientais do que a sustentabilidade como um todo, sobretudo em função das regulamentações ambientais brasileiras e da maturidade dos sistemas de gestão que vem se conquistando.

Atualmente, muitas agências de transporte estão, ainda que tímidas, reconhecendo a importância da sustentabilidade, com maiores preocupações ligadas à saúde e vitalidade da comunidade, adicionalmente ao desenvolvimento econômico e aos aspectos ambientais. Enquanto a atenção para a sustentabilidade tem crescido, definir e incorporar a sustentabilidade nos empreendimentos de infraestrutura rodoviárias se apresentam como grandes desafios para as agências brasileiras, que são bastante vulneráveis e influenciadas por mandatos políticos. Elas podem desempenhar o seu papel na promoção de um futuro sustentável aplicando os princípios gerais de sustentabilidade dentro de seu contexto de transporte específico, e definindo seus próprios objetivos para apoiar a sustentabilidade.

Globalmente, a sustentabilidade exige uma abordagem abrangente e multi e transdisciplinar, além da participação de um amplo conjunto de atores. O que não é diferente para o setor de transporte, um dos principais fatores responsáveis por afetar a sustentabilidade urbana. Zietsman & Ramani (2011) citam duas abordagens divergentes observadas entre literatura e práticas quando se aborda a sustentabilidade em relação ao transporte - uma centrada no transporte e outra que considera o transporte em apoio a uma agenda mais ampla para a sustentabilidade (ou seja, uma visão holística).

Em que pese as diferentes abordagens, este trabalho adota uma abordagem centrada no transporte, visando fornecer elementos que orientem o desenvolvimento de políticas e programas de transporte, sem requerer grandes dependências de outros setores para suas implementações em nível local e regional. Entende-se que essa abordagem favorece aplicações práticas de avaliação e medição de sustentabilidade, considerando o

transporte como parte de um sistema maior, permitindo vincular a sustentabilidade ao processo de planejamento de transporte.

Segundo Zietsman e Rilett (2002, apud RAMANI et al., 2011), “a implementação bem-sucedida do transporte sustentável requer o entendimento, a quantificação e a aplicação dos conceitos básicos de sustentabilidade relacionados ao transporte”. Dessa forma, faz-se necessária uma compreensão mais clara dos princípios de sustentabilidade e sua relação com as funções das agências de transporte, responsáveis pelo planejamento do setor.

Ramani et al. (2011) alerta que, embora abordar o “transporte sustentável” seja útil na perspectiva de uma agência de transporte, deve-se reconhecer que a sustentabilidade é definida por uma agenda mais ampla do que apenas o transporte e, portanto, é necessário equilibrar esta agenda com questões que são realmente relevantes para as agências de transporte, especialmente àquelas em que as mesmas possuem controle / jurisdição.

O presente estudo se concentrou nas questões consideradas mais relevantes para a sustentabilidade urbana que devem ser abordadas no planejamento de transporte, com ênfase no modelo rodoviarista, dada sua reconhecida ineficiência intrametrópole e elevado impacto, diretos e indiretos, em área urbana. Para tanto, procurou-se integrar os princípios da sustentabilidade urbana e de políticas de transportes, com o objetivo de criar mecanismos de avaliação dos efeitos do transporte nas regiões metropolitanas brasileiras.

O modelo rodoviarista tem sido amplamente criticado pelos estudiosos da linha de pensamento da “sustentabilidade urbana”, que enfatiza cada vez mais a importância de sistema de transporte não motorizado e coletivo. Em pese o antagonismo e controvérsias de rodovias com a sustentabilidade urbana, trata-se de uma realidade a ser encarada na realidade do setor de transporte no Brasil, por ser a matriz de transporte do País, cujo modo é o mais utilizado e que tem grande potencial de afetar negativamente a sustentabilidade no ambiente urbano.

De acordo com o Plano Nacional de Energia 2050 (PNE), o uso de veículos automotivos ainda será a prática predominante no País nas próximas décadas, podendo chegar a 130 milhões de veículos individuais e comerciais leves (EPE, 2014), que corresponde a um acréscimo de aproximadamente três vezes a quantidade atual. Essas projeções mostram a urgência na adoção políticas públicas de mobilidade urbana e de transporte de cargas, visando reduzir danos e potencializar seus benefícios sociais.

A adoção dos princípios da sustentabilidade urbana no planejamento de transporte requer o enfrentamento de enormes barreiras, especialmente em virtude do distanciamento que ainda existe entre as políticas de transporte com os instrumentos de gestão urbana e ambiental, e a ausência de articulação institucional entre as agências responsáveis. Além disso, em qualquer agência de transporte, a sustentabilidade pode ser influenciada por decisões tomadas em vários níveis de processos e de departamentos, que,

geralmente, são formadas por unidades organizacionais separadas e compartimentalizadas, sem a devida integração que a sustentabilidade requer.

Dessa forma, o trabalho apoiou-se em uma revisão bibliográfica, e nas ferramentas e metodologias de avaliação com importância reconhecida, bem como na experiência de uma rodovia perimetral localizada na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), com vistas a propor uma estrutura de avaliação que possa facilitar as agências de transporte a vencer essas barreiras, integrando soluções que contribuam com a qualidade de vida da população e melhorem as conexões e intra e interinstitucional.

Problematização da pesquisa

Os investimentos em infraestrutura de transportes têm impactos positivos sobre o crescimento econômico, a acessibilidade e mobilidade, mas devem ser devidamente planejados, com vistas a maximizar o crescimento econômico e minimizar o impacto socioambiental negativo.

O planejamento de transporte requer uma abordagem mais amplas sobre o bem-estar da sociedade, e a infraestrutura precisa ser entregue em um contexto de respeito ao meio ambiente, à justiça social e a um futuro de longo prazo. Essas necessidades, muitas vezes conflitantes, devem ser consideradas em conjunto, cujo equilíbrio é a essência do desenvolvimento sustentável (FIDIC, 2012). A análise abrangente ajuda a identificar estratégias que atingem objetivos múltiplos de planejamento.

A aplicação bem-sucedida dos princípios do desenvolvimento sustentável reside em traduzi-los em ferramentas práticas para a tomada de decisões. O processo de alcançar resultados mais sustentáveis depende crucialmente de boas técnicas de tomada de decisão, que oferece uma perspectiva sistêmica para abranger a complexidade de políticas de transporte, equilibrar *trades-off* e gerenciar prioridades concorrentes.

Ainda que seja amplamente reconhecida cientificamente a necessidade de implementar política integrada para alcançar os objetivos de sustentabilidade, na prática é bastante difícil garantir um desenvolvimento equilibrado em empreendimentos de infraestrutura de transporte no Brasil. As competências técnicas, a estrutura institucional e os procedimentos de planejamento muitas vezes levam a soluções que atendem a objetivos fragmentados, em vez de um objetivo de sustentabilidade global.

De modo geral, não há uma preocupação com a consolidação das informações técnicas e científicas necessárias para a fundamentação das decisões, as quais são habitualmente tomadas baseadas em fatores econômicos. Contudo, o critério econômico, isoladamente, não é suficiente para fundamentar um processo decisório sustentável, ainda que seja relevante ao processo. A seleção e/ou priorização de projetos deve ser realizada num processo de tomada de decisão em que a racionalidade econômica se constitua em apenas uma das racionalidades pelas quais se pauta a decisão, e que nem sempre é a mais

importante. Assim, é imprescindível que as agências de transporte também considerem as questões socioambientais em suas decisões.

Ao avaliar os impactos socioambientais, é comum que os profissionais se deparem com muitas incertezas sobre quais previsões e ações devem ser tomadas. Ações definidas para mitigar o impacto em um determinado aspecto podem ter um efeito contrário em outro. Por exemplo, ações voltadas para proteger ou melhorar o ambiente para uma determinada espécie podem ter um efeito prejudicial à outra. Ou mesmo, ao se evitar afetação de um fragmento florestal preservado pode resultar em deslocamento indesejado de pessoas ou atividades econômicas.

As decisões, normalmente, são tomadas em função de critérios de decisão ou objetivos com grande variedade de metas. As decisões para a implantação de infraestrutura rodoviária em regiões metropolitanas, usualmente marcadas por um dinamismo de ocupação urbana e pelo limite de suporte ambiental, envolvem diferentes sujeitos sociais, normalmente com interesses e objetivos conflitantes. Assim, a decisão por uma determinada alternativa demanda trocas compensadas (*trade-off*), com o objetivo de alcançar a melhor escolha para todos os agentes envolvidos no processo.

Portanto, deve-se buscar o equilíbrio entre cada uma das influências geradas por um novo empreendimento. É esse equilíbrio (ou *trade-off*) que representa um grande desafio ao profissional da área de infraestrutura de transporte, particularmente quando confrontados com decisões críticas. Por isso, a abordagem a ser adotada ao longo do processo de planejamento deve se apoiar nos objetivos principais da sustentabilidade.

Sabe-se, porém, que para definir a escolha (tomar a decisão propriamente dita), o setor precisa conhecer a opinião dos demais sujeitos sociais envolvidos no processo. O processo de implantação de projetos de transporte é marcado pelo envolvimento de múltiplas partes interessadas, onde cada uma delas tem prioridades, preocupações e interesses próprios, resultando em expectativas e percepções diferentes. Logo, adotar uma perspectiva de sustentabilidade desde o início do planejamento, que incentive a consideração de todos os interesses, riscos e oportunidades, reduz as chances de ter que responder às pressões por mudanças em etapas posteriores.

Ainda que muitas agências de transporte reconheçam a importância da sustentabilidade nas políticas de transporte, muitas vezes enfrentam dificuldades para compreender, avaliar e aplicar os conceitos de sustentabilidade em suas atividades rotineiras. As informações no processo de implantação de políticas de transporte são habitualmente complexas, excessivas, difusas e até mesmo divergentes nas organizações, dificultando a compreensão dos objetivos estratégicos de sustentabilidade e sua aplicação concreta pelos profissionais envolvidos e, conseqüentemente, comprometendo a eficácia dos processos decisórios.

Em virtude da complexidade e quantidade de estudos e informações geradas ao longo das fases de desenvolvimento de empreendimentos de infraestrutura de transporte, os principais tomadores de decisão dificilmente conseguem considerar adequadamente os

aspectos sociais e ambientais, priorizando, normalmente, as questões técnicas e econômicas.

De acordo com Lim (2009), as perspectivas multidimensionais da sustentabilidade, combinadas com a complexidade nas diferentes etapas da implantação de infraestruturas e com as demandas operacionais e administrativas exigentes aos gestores e tomadores de decisão, fazem com que os objetivos de sustentabilidade sejam muitas vezes negligenciados. Sob tais condições, as políticas e estratégias sobre sustentabilidade permanecem em grande parte ideológicas e não podem ser suficientemente refletidas na efetiva entrega do empreendimento.

As tomadas de decisão para o desenvolvimento sustentável requerem, portanto, novas abordagens que sejam capazes de integrar e sintetizar todas as dimensões e diferentes pontos de vista, de uma maneira holística. Para tanto, métodos de avaliação com uso de indicadores têm se demonstrado relevantes para orientar processos decisórios baseados nos preceitos da sustentabilidade, fornecendo informações sintetizadas que subsidiem suas decisões. Uma maneira de aplicação de indicadores de sustentabilidade é utilizando uma estrutura conceitual para orientar tomadas de decisão, na qual os indicadores são selecionados de acordo com os objetivos estratégicos.

Nota-se na literatura um progresso considerável na pesquisa e um número crescente de organizações em todo o mundo que estão desenvolvendo e utilizando sistemas de indicadores para avaliar o seu desempenho em direção à sustentabilidade. Essa prática tem sido bastante utilizada internacionalmente para avaliação da sustentabilidade no planejamento de transportes, especialmente nos países mais desenvolvidos. Contudo, essas ferramentas internacionais de avaliação da sustentabilidade nem sempre podem representar de forma adequada o contexto brasileiro, uma vez que os aspectos ambientais, políticos, jurídicos, sociais e econômicos diferem entre si.

Em que pese a importância do uso de indicadores, a seleção e a aplicação ainda é uma questão a ser discutida no Brasil, tanto para uso na elaboração de estudos técnicos como para debate com o público geral. Enquanto diversos sistemas de avaliação de sustentabilidade com uso de indicadores estão ganhando impulso em vários países, não há nenhum sistema atual que considere as condições específicas do Brasil, que contenha informações relevantes de sustentabilidade e indicadores padronizados para aplicação no planejamento de infraestrutura de transporte.

Com o objetivo de preencher essa lacuna, esta pesquisa focou no desenvolvimento de uma estrutura de avaliação conceitual composta por objetivos, metas, indicadores e medidas de desempenho, que sirva como ferramenta para apoiar tomadas de decisão com abordagens mais sistemáticas na fase de planejamento, e que estejam baseadas nos princípios da sustentabilidade urbana.

Essa estrutura conceitual é particularmente útil às agências de planejamento de infraestrutura de transporte, em especial as rodoviárias. Para sua elaboração, foram

definidas as seguintes questões de pesquisa que orientaram o desenvolvimento deste trabalho:

- (i) *Quais são as questões relevantes para a sustentabilidade urbana na implantação de rodovias em regiões metropolitanas?* A natureza complexa do desenvolvimento das infraestruturas rodoviárias dificulta o alcance dos objetivos da sustentabilidade urbana. Logo, compreender como a implantação de rodovia em região metropolitana pode afetar os princípios da sustentabilidade urbana é primordial para se definir as medidas para o enfrentamento dos fatores que comprometem a concretização desses objetivos.
- (ii) *Quais são os critérios e indicadores que podem ser utilizados para avaliar os resultados da sustentabilidade urbana no planejamento de infraestrutura rodoviária?* Para se obter melhores resultados de sustentabilidade urbana em empreendimentos rodoviários, é importante utilizar ferramentas operacionais que forneçam dados e informações sobre as questões relevantes. Portanto, a identificação de critérios e indicadores de sustentabilidade aplicáveis ao planejamento de empreendimentos rodoviários fornecerá a base para melhorar os processos decisórios e de gestão destinados a alcançar resultados mais satisfatórios para a sustentabilidade urbana.

Objetivos

O objetivo principal deste trabalho é desenvolver uma estrutura conceitual de avaliação de sustentabilidade composta por objetivos, metas, indicadores e medidas de desempenho, que promova abordagens mais sistemáticas e integradas para tomadas de decisões no planejamento de infraestrutura de transporte, com ênfase em rodovias localizadas em regiões metropolitanas, baseada nos princípios da sustentabilidade urbana.

Para alcançar o objetivo geral, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- (i) Revisar os princípios fundamentais da sustentabilidade urbana, as diretrizes para um transporte sustentável e as ferramentas de avaliação de sustentabilidade aplicáveis à infraestrutura de transporte;
- (ii) Analisar as interfaces urbano-rodoviárias frente à implantação de uma rodovia perimetral em região metropolitana brasileira;
- (iii) Definir os indicadores de sustentabilidade que representem as questões relevantes nas interfaces urbano-rodoviárias.

Premissa

A aplicação dos princípios de sustentabilidade pelas agências de transporte é muitas vezes limitada pela compreensão do próprio conceito da sustentabilidade por seus colaboradores e pela falta de um método claro de como ele pode ser integrado em suas funções regulares. Do ponto de vista das agências de transporte, existe a necessidade de desenvolver uma abordagem prática para avaliação e aprimoramento da sustentabilidade. Nessa perspectiva, a operacionalização da sustentabilidade com o uso de indicadores tem se demonstrado relevante, pois permite a medição objetiva e consistente do progresso em direção às metas de sustentabilidade.

Nesse sentido, este trabalho tem como premissa que o desenvolvimento de uma estrutura de avaliação conceitual, organizada de forma flexível para sua operacionalização, pode ajudar as agências de transporte a definirem e avaliarem suas próprias metas considerando os princípios de sustentabilidade. A estrutura proposta pode servir de base para a definição de critérios e indicadores de sustentabilidade que permitam orientar tomadas de decisão mais adequadas no planejamento de rodovias frente às problemáticas urbanas.

Ao se compreender os princípios de sustentabilidade e as motivações das várias partes interessadas, as agências podem utilizar a estrutura para operacionalizar a sustentabilidade em seus planejamentos, considerando os aspectos estratégicos. Quanto mais objetividade houver em relação ao entendimento dos atributos envolvidos, mais objetivas poderão ser as discussões com a população, e mais fáceis serão os processos de planejamento e gestão. A transparência e a responsabilidade na tomada de decisões sobre transporte são fundamentais para a construção de credibilidade com as partes interessadas e o público em geral, e o uso de indicadores pelas agências fornece essas condições.

Embora concebida às agências de transporte, a estrutura de indicadores também pode ser útil a outros órgãos ambientais, regionais, metropolitanos e urbanísticos, à medida que aborda questões de impactos ao meio ambiente, na comunidade local, de desenvolvimento urbano e uso do solo.

Organização da dissertação

Esta dissertação é iniciada por esta parte introdutória, onde são apresentados a contextualização da pesquisa, a problematização que motivou o seu desenvolvimento, os principais objetivos e as premissas que balizaram o desenvolvimento da pesquisa. Para além desta introdução, o trabalho foi organizado em cinco capítulos.

No **Capítulo 1** está detalhada a abordagem metodológica, com os métodos utilizados para a elaboração da pesquisa, até alcançar o seu objetivo principal.

O **Capítulo 2** consiste no aporte teórico da pesquisa, abordando os conceitos e os princípios abordados na sustentabilidade urbana e no transporte sustentável, discutindo brevemente as questões emergentes, desafios e políticas de enfrentamento de problemas metropolitanos, particularmente relacionados ao planejamento de transporte. Além disso, apresenta brevemente as principais ferramentas para avaliação de sustentabilidade de infraestrutura de transporte, com ênfase àquelas aplicadas em infraestruturas rodoviárias. Para cada ferramenta, são discutidas as principais aplicações e as suas limitações, com as vantagens e desvantagens de uso.

O **Capítulo 3** apresenta o processo de condução do planejamento da rodovia Rodoanel Mário Covas, uma rodovia perimetral localizada na RMSP, enfatizando as bases conceituais e metodológicas das ferramentas que foram adotadas durante a fase de planejamento da infraestrutura. Com essas informações, foi possível entender o processo de desenvolvimento de infraestrutura rodoviária, as principais questões urbanas e ambientais que se relacionam com o modo rodoviário e os impactos avaliados.

Na tentativa de sintetizar as práticas de avaliação de sustentabilidade, o **Capítulo 4** apresenta o resultado do processo de desenvolvimento de uma estrutura de avaliação para auxiliar tomadas de decisão, contemplando objetivos, metas e indicadores. Complementarmente, são fornecidas algumas orientações gerais para sua aplicação.

Por fim, o **Capítulo 5** apresenta as considerações finais da pesquisa e recomendações para trabalhos futuros.

A **Figura 1** sintetiza a estrutura e organização desta dissertação.

Figura 1 - Diagrama da estrutura da pesquisa.

CAPÍTULO 1 – ABORDAGEM METODOLÓGICA

Para responder aos problemas da pesquisa e alcançar os objetivos estabelecidos, o estudo adotou uma abordagem qualitativa, de caráter exploratório e descritivo, segundo seus objetivos (GIL, 2002), utilizando-se dados secundários. Para tanto, foram adotados os procedimentos técnicos combinados de pesquisa bibliográfica e estudo de caso. Saunders et al. (2000) argumentam que as abordagens e estratégias de investigação não existem isoladamente e, por conseguinte, podem ser misturadas e combinadas, o que frequentemente é benéfico para a pesquisa.

As fontes de dados e informações foram provenientes de estudos e artigos científicos, de documentos publicados em *Website* de agências de transporte internacionais e de documentos técnicos disponíveis na agência de transporte responsável pelo caso estudado.

De modo geral, o processo metodológico desta pesquisa consistiu nas seguintes etapas de trabalho: (a) a revisão da literatura, (b) estudo de caso e (c) desenvolvimento de uma estrutura conceitual de avaliação de sustentabilidade.

Inicialmente, foi realizada a revisão bibliográfica com o propósito de identificar os princípios e questões relevantes para a sustentabilidade urbana e para o setor de transportes. Além disso, foram analisadas as ferramentas de avaliação aplicáveis ao planejamento de infraestrutura de transporte, com ênfase em empreendimentos rodoviários. Essa etapa estabeleceu uma base teórica para a pesquisa, fundamentando a proposição de indicadores aplicáveis ao planejamento de transporte.

Uma vez estabelecida a base teórica da pesquisa, analisou-se as interfaces urbano-rodoviárias com vistas a compreender os fatores que podem afetar os princípios da sustentabilidade urbana decorrentes da implantação de rodovias e os métodos de avaliação. Para tanto, foi adotado o procedimento metodológico de estudo de caso, cujos resultados consistiram na identificação dos métodos de avaliação e mensuração dos efeitos e impactos considerados mais relevantes para cada fase de planejamento, resultante das práticas de avaliação de sustentabilidade adotadas. O caso analisado foi o Rodoanel Mário Covas, que consiste em uma rodovia perimetral localizada na RMSP, reconhecidamente, com alta complexidade de mobilidade e uso e ocupação do solo.

O levantamento de dados secundários na bibliografia e no estudo de caso permitiu constituir uma matriz genérica de indicadores e medidas de desempenho com potencial de aplicação em empreendimentos de transporte, com ênfase em infraestrutura rodoviária. Essa matriz genérica foi refinada, mantendo-se apenas aqueles ligados aos objetivos e às metas estabelecidos. Por fim, os indicadores selecionados foram organizados em fichas de avaliação, contendo informações orientativas para sua aplicação, baseadas em fatores estratégicos para a tomada de decisões.

O modelo conceitual do projeto de pesquisa é apresentado na **Figura 2**.

Figura 2 - Modelo conceitual da pesquisa

Legenda: OE - Objetivo Específico.

As etapas metodológicas estão detalhadas nos itens subsequentes.

1.1 REVISÃO DA LITERATURA

O principal objetivo da revisão da literatura nesta pesquisa foi compreender os princípios da sustentabilidade urbana, captar as diretrizes que busquem a sustentabilidade no setor de transporte e conhecer as aplicações e limitações das ferramentas de avaliação de sustentabilidade aplicáveis no planejamento de infraestrutura de transporte, a fim de estabelecer uma base teórica para orientar este trabalho nas fases subsequentes.

A revisão bibliográfica teve como principais fontes de dados e informações livros, periódicos e artigos científicos publicados em revistas nacionais e internacionais, teses e dissertações disponibilizados em bibliotecas e em sistemas de bases de dados eletrônicos. As pesquisas se concentraram nas seguintes bases eletrônicas: Portal da CAPES, Dedalus, Revistas Eletrônicas, *Web of Science*, SciELO, Elsevier e Scopus, utilizando-se os descritores chaves listados a seguir: “Avaliação da Sustentabilidade”; “Indicadores de Sustentabilidade”; “Sustentabilidade Urbana”; “Transporte Sustentável”; “Rodovias”. A partir dos descritores chaves, outros descritores secundários foram utilizados para complementar temas específicos, sempre que julgado necessário.

Outro grupo importante de fonte de dados foram os *websites* das agências de transporte selecionadas, especialmente as agências estaduais dos EUA, para identificar questões, possíveis abordagens e melhores práticas aplicáveis ao desenvolvimento de uma estrutura de sustentabilidade.

A partir de um levantamento bibliográfico preliminar, foi possível delimitar o escopo do trabalho, formulando-se o problema de pesquisa. Essa etapa da pesquisa tentou responder minimamente as seguintes perguntas: Quais são os princípios de sustentabilidade urbana? O que caracteriza um transporte sustentável? Quais são as ferramentas de avaliação utilizadas no planejamento de infraestrutura de transporte que contribuem para a sustentabilidade?

O levantamento bibliográfico partiu de uma leitura exploratória, seguindo a classificação de Gil (2002), visando selecionar os estudos que estavam alinhados ao objetivo da pesquisa, analisando-se títulos, sumários, resumos e introduções. Com esses elementos, foi possível ter uma visão global dos documentos e temas abordados. Esses documentos foram organizados por temas em pastas no computador, quando eletrônicos. Os documentos selecionados foram sendo consultados ao longo do desenvolvimento do trabalho, conforme os subitens da pesquisa foram sendo percorridos. Sempre que considerados insuficientes, novas pesquisas eram realizadas.

A revisão bibliográfica foi orientada em três grandes temas: (i) sustentabilidade urbana e cidades sustentáveis, (ii) transporte sustentável e (iii) ferramentas de avaliação de sustentabilidade aplicadas a infraestruturas de transportes.

Como resultado desta etapa, foram discutidos os principais fundamentos da sustentabilidade urbana. A partir da compreensão geral sobre “transporte sustentáveis”, foram discutidas as questões emergentes no planejamento de transporte para a sustentabilidade urbana, consistindo nos fatores encontrados com maior frequência na literatura. Para auxiliar no desenvolvimento de uma estrutura de avaliação, foram apresentadas as “ferramentas de avaliação de sustentabilidade” utilizadas em planejamento de sistemas de transporte, consideradas por pesquisadores como de maior importância para operacionalização dos princípios da sustentabilidade.

A revisão bibliográfica contribuiu para identificar as ferramentas adotadas e com potencial de serem melhor exploradas nas práticas brasileiras, para identificar os principais pesquisadores e instituições que estudam o tema, para coletar informações e ideias relevantes para a pesquisa, para consolidar os indicadores e as medidas de desempenho que pudessem ser utilizados, entre outros.

Em suma, a revisão bibliográfica forneceu a base teórica necessária a todas as etapas da pesquisa. Mais do que isso, contribuiu para atender um dos objetivos específicos desta pesquisa, que é foi o de uniformizar os conceitos relacionados à aplicação da sustentabilidade no setor de transporte, com foco nas questões urbanas.

1.2 ESTUDO DE CASO

Estudo de caso é uma metodologia de pesquisa que explora casos reais usando uma variedade de métodos de coleta de dados durante um determinado período de tempo. Yin (1989) define o método de estudo de caso como uma investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto de vida real, quando as fronteiras entre fenômeno e o contexto não são claramente evidentes, e em que múltiplas fontes de dados são utilizadas. Conforme GIL (1996), “o estudo de caso é caracterizado pelo estudo profundo de um ou de poucos objetos, de maneira que permita o seu amplo e detalhado conhecimento [...]”.

Neste trabalho, o estudo de caso foi realizado utilizando o procedimento técnico de pesquisa documental, método que melhor se identificou com o objeto desta pesquisa. De acordo com Vergara (1991), a pesquisa documental é definida como aquela realizada em documentos no interior de órgãos públicos. Segundo Gil (2002), a pesquisa documental se assemelha muito à pesquisa bibliográfica, tendo como diferença essencial a natureza das fontes. Enquanto a pesquisa bibliográfica se utiliza fundamentalmente das contribuições dos diversos autores sobre determinado assunto, a pesquisa documental vale-se de materiais que não receberam um tratamento analítico, ou que ainda podem ser reelaborados de acordo com os objetos da pesquisa. Vale ressaltar que o método de pesquisa documental neste estudo de caso foi reforçado pelo acompanhamento direto do

autor na gestão da implantação do empreendimento e dos seus programas socioambientais.

Esse processo metodológico possibilitou o conhecimento e seleção de documentos e informações produzidos pela agência de transporte responsável pelo planejamento do empreendimento analisado. Buscando-se compreender melhor o objeto da pesquisa, foram analisados documentos elaborados pelo empreendedor e/ou empresas por ele contratadas, entre outros.

Os objetivos do estudo de caso foram levantar as práticas e os métodos utilizados com a perspectiva da sustentabilidade, identificar as questões urbanas relevantes avaliadas no planejamento da rodovia e conhecer as medidas e os programas adotados para o enfrentamento dos impactos identificados. Yin (2003) observa que a tendência central de todos os tipos de um estudo de caso é iluminar decisões considerando o porquê elas foram tomadas, como foram implementadas e com quais resultados.

1.2.1 Seleção do Caso

Yin (2003) sugere que a seleção do caso a ser estudado precisa se relacionar com o problema e questão de pesquisa e identificar os atributos que são mais susceptíveis de produzir dados relevantes. Portanto, é importante a determinação dos critérios rigorosos para garantir um grau de adequação na seleção de um de estudo de caso. Nesse sentido, os critérios abaixo foram usados para selecionar o estudo de caso:

1. Ser um empreendimento rodoviário com significativa influência em alguma região metropolitana brasileira;
2. Ser uma rodovia concluída em um prazo inferior a 15 anos ou estar em construção;
3. Garantia no fornecimento de dados confiáveis e com facilidade de acesso às informações pelo autor desta pesquisa.

O caso que atendeu aos critérios estabelecidos e que, portanto, foi objeto de estudo foi o processo de planejamento do empreendimento Rodoanel Mário Covas, localizado na RMSP. Trata-se de um empreendimento de alta complexidade de implantação, que contém todos os elementos construtivos (pontes, viadutos, túneis, cortes, aterros, etc.), contorna a maior região metropolitana do País e possui uma interface bastante representativa com áreas urbanas e áreas ambientalmente protegidas. Além disso, destaca-se que a RMSP é a maior e mais povoada região metropolitana do Brasil e uma das maiores do mundo, e concentra os impactos socioambientais e urbanos típicos de grandes centros urbanos, tornam a experiência uma grande fonte de informações.

Por fim, mas não menos importante, há que se ressaltar que o empreendimento obteve recursos do Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), uma agência financiadora bastante exigente com relação aos aspectos socioambientais, forçando robusto processo de avaliação e gestão socioambiental.

1.2.2 Características Gerais do Estudo de Caso

O Rodoanel Mário Covas é uma rodovia perimetral, que possui, no total, cerca de 180 km de extensão, duas pistas separadas por canteiro central, com três a quatro faixas de rolamento por sentido de tráfego, velocidade diretriz de 100 km/hora e intersecções com as grandes rodovias e cruzamentos com viário local exclusivamente em desnível.

O Rodoanel se localiza no anel peri-urbano da RMSP, composta por 39 municípios, que juntos possuem a maior concentração urbana do país e uma das maiores do mundo, totalizando cerca de 21,4 milhões de habitantes (IBGE, 2017).

São objetivos principais do Rodoanel (DERSA/FESPSP, 2004a):

- ordenar o tráfego de transposição da RMSP, separando-os dos fluxos internos e aliviando o sobrecarregado sistema viário metropolitano;
- hierarquizar e estruturar o transporte de passageiros e cargas na RMSP, servindo de alternativa para os fluxos de longa distância entre as sub-regiões da metrópole;
- articulado com o Ferroanel e com Centros Logísticos Integrados (CLI), permitir a integração intermodal do transporte de cargas.

Além dos objetivos setoriais de transportes supracitados, agregam-se os seguintes objetivos voltados à proteção e recuperação urbano-ambiental (DERSA/FESPSP, 2004a):

- contribuir para a melhoria da qualidade ambiental das áreas do anel peri-urbano em sua área de influência direta;
- contribuir para assegurar eficácia às políticas e ações destinadas à proteção e recuperação de mananciais de abastecimento de água da RMSP;
- contribuir para ampliação das áreas naturais, para a proteção e melhoria da gestão de áreas protegidas na RMSP;
- contribuir para a integração das ações públicas em curso em sua área de influência direta, buscando sinergias que otimizem os investimentos públicos e a proteção dos recursos naturais.

Do ponto de vista do setor de transportes, o Rodoanel é um empreendimento que visa facilitar e reduzir o custo da transposição da RMSP para os fluxos de transporte, podendo trazer, dentre seus benefícios, a melhoria na eficiência econômica e competitividade das cadeias produtivas e a redução das deseconomias e impactos impostos pela passagem das cargas pela área central da região metropolitana, como, por

exemplo, a redução dos tempos de percurso, dos custos de operação dos veículos e de manutenção das vias urbanas.

Além disso, ao reduzir a quantidade de veículos que atravessam a capital e minimizar o tráfego de passagem, essa rodovia favorece a fluidez no trânsito em toda a RMSP, melhorando a mobilidade, com reflexos positivos nos transportes coletivo e individual e nas condições de segurança do trânsito e do meio ambiente urbano, reduzindo acidentes e emissão de gases poluentes. Por diminuir o congestionamento, pode contribuir para as questões climáticas ao reduzir a emissão de gases causadores do efeito estufa.

Para fins de gestão em sua implantação, o Rodoanel foi dividido em quatro (4) trechos - Oeste, Sul, Leste e Norte -, conforme visualizados na **Figura 3**.

Figura 3 - Rodoanel Mário Covas – Localização por Trechos.

Fonte: SÃO PAULO (2000).

A complexidade da obra exigiu que cada um desses trechos fosse dividido por lotes, sendo cada um deles sob a responsabilidade de uma construtora ou consórcio construtor, revelando-se fundamental para a agilidade da construção e para superação das dificuldades técnicas, típicas de um empreendimento rodoviário do porte e grau de intervenção como o Rodoanel.

1.2.3 Obtenção e Análise dos Dados

A obtenção de dados e informações provenientes do estudo de caso contou com a análise de documentos que contribuíram com resultados para a sustentabilidade urbana.

As questões que orientaram a busca de dados e informações foram:

- (i) Quais foram os estudos realizados na fase de planejamento que contribuem para alcançar resultados mais sustentáveis para o meio urbano?
- (ii) Quais foram os procedimentos metodológicos adotados para realização desses estudos, considerando o nível de detalhamento exigido em cada etapa do processo de planejamento?
- (iii) Quais foram os principais efeitos e impactos socioambientais avaliados em cada estudo elaborado, considerados relevantes para tomada de decisão em cada etapa do processo?
- (iv) Quais medidas foram estudadas ou adotadas para o enfrentamento dos efeitos e impactos identificados?

Como resposta ao item (i), os documentos selecionados e utilizados para extrair as informações relevantes para o objetivo deste trabalho foram: Plano Diretor de Desenvolvimento de Transporte (PDDT), Avaliação Ambiental Estratégica (AAE), Estudos de Impacto Ambiental (EIA's), Plano Básico Ambiental (PBA's), relatórios de monitoramento e práticas de avaliação de sustentabilidade (*Envision*). Esses documentos foram selecionados por serem considerados pela literatura como importantes ferramentas de avaliação de sustentabilidade na fase de planejamento.

As questões (ii) e (iii) contribuíram para fornecer os métodos de avaliação e identificar os impactos mais significativos provocados no contexto metropolitano por uma nova rodovia e, sobretudo, as respectivas ações e os processos realizados para abordar as questões relevantes em um empreendimento real. Tais resultados foram importantes para fornecer as diretrizes para a construção de uma estrutura conceitual, fornecendo indicadores e medidas de desempenho, haja vista que se trata de um empreendimento complexo e com estudos extensivos e abrangentes.

Os dados e as informações coletados foram, sempre que possível, codificados, categorizados e organizados em quadros, a fim de assegurar a coerência das informações e permitir que os resultados fossem corretamente analisados.

Vale ressaltar que não foram realizadas a avaliação quali-quantitativa e a mensuração dos indicadores de sustentabilidade propostos neste trabalho ao caso analisado, dado ao caráter exploratório da pesquisa e ao foco de análise centrado nos aspectos conceituais e metodológicos, e não na avaliação dos resultados da sustentabilidade do empreendimento. Em outras palavras, não foi objetivo desta dissertação a aplicação da estrutura conceitual no estudo de caso, mas sim o de identificar quais foram os estudos e abordagens metodológicas de avaliação adotados, para fundamentar a estrutura proposta e embasar o desenvolvimento de estudos futuros.

Ademais, os aspectos metodológicos descritos no caso analisado poderão contribuir para a aplicação da estrutura, uma vez que serve como exemplo para quantificação de indicadores e medidas de desempenho.

1.3 PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO DA ESTRUTURA

Com os dados disponíveis, foi dada sequência ao desenvolvimento da estrutura de avaliação. Conforme discutido na seção introdutória, este projeto procura criar uma estrutura a ser implementada como uma ferramenta de avaliação da sustentabilidade por agências de transporte. Com base nos princípios da revisão de literatura, pode-se argumentar que o amplo conceito da sustentabilidade dificulta a implementação e operacionalização de avaliações da sustentabilidade no transporte. Portanto, é interessante desenvolver uma estrutura para avaliação da sustentabilidade que possa ser usada por agências responsáveis pelo planejamento de infraestrutura de transporte.

Este item discute o processo de desenvolvimento da estrutura conceitual para avaliação de sustentabilidade aplicáveis à infraestrutura rodoviária, incluindo a seleção de indicadores de sustentabilidade alinhada às metas de planejamento. Segundo Jeon e Amekudzi (2005), diversos autores desenvolveram estruturas ou tipologias para a seleção e uso de medidas de desempenho, incluindo: estruturas denominadas Pressão-Estado-Impacto-Resposta (PEIR), estruturas baseadas em impacto, estruturas orientadas em influências e estruturas baseadas em metas, estratégias e ações.

Uma das abordagens comumente aplicada para a tomada de decisões no contexto do transporte é a estrutura baseada em objetivos e metas predeterminados, a partir de critérios de avaliação definidos. Assim, no caso deste trabalho, a estrutura de avaliação de sustentabilidade foi composta por indicadores e medidas de desempenho alinhados aos objetivos e metas de planos, programas e projetos de agências de transporte.

Para a sua construção, estabeleceu como escopo do projeto os seguintes critérios:

- A estrutura deve contribuir para análise no nível de planejamento de rodovias;
- A análise deve ser aplicada à novas infraestruturas rodoviárias, embora estradas em operação também possam ser eventualmente consideradas em alguns fatores;
- A estrutura de análise não deve ser uma ferramenta de tomada de decisão, mas sim uma “ferramenta de avaliação de fatores de sustentabilidade”, que forneça a base para o desenvolvimento de ferramentas específicas para auxiliar processos decisórios e participativos;
- A estrutura foca em questões sociais e ambientais ligados ao contexto urbano-metropolitano, não considerando o processo orçamentário e questões econômicas do projeto.

O processo de desenvolvimento da estrutura conceitual de avaliação de desempenho de sustentabilidade na interface urbana-rodoviário foi composto basicamente por quatro etapas (ver diagrama simplificado na **Figura 4**):

- Etapa 1: Determinação dos *Fatores de Avaliação*;
- Etapa 2: Elaboração de *Objetivos de Transporte Sustentável*;

- Etapa 3: Estabelecimento de *Metas Conceituais*; e
- Etapa 4: Seleção de indicadores-chave.

Ressalta-se que essas etapas não foram desenvolvidas necessariamente em ordem cronológica. Por vezes, algumas delas foram elaboradas concomitantemente.

Figura 4 - Etapas do processo de elaboração da estrutura conceitual.

1.3.1 Etapa 1. Determinação dos *Fatores de Avaliação*

Para a determinação dos *Fatores de Avaliação*, adotou-se como um ponto de partida a compreensão das políticas que sustentam os princípios da sustentabilidade urbana e de transporte, bem como das ferramentas de avaliação de sustentabilidade aplicadas no setor de transporte e os componentes abordados no estudo de caso.

A partir do levantamento de princípios, diretrizes e objetivos das políticas nacionais, os quais expressam as linhas de ação a serem seguidas, bem como os fatores abordados nas ferramentas de avaliação e avaliados no estudo de caso, foi possível conhecer os *elementos básicos* considerados no planejamento infraestrutura de transporte e nas questões urbanas (ver **Figura 5**).

Figura 5 - Fontes de levantamento dos elementos de sustentabilidade urbana e de transporte.

Os *elementos básicos* de sustentabilidade, aplicáveis à infraestrutura rodoviária em escala local e metropolitana, com abordagem recorrente na fase de planejamento de ferramentas de avaliação e do estudo de caso, foram estabelecidos como *fatores de avaliação*, desde que suportados pelas políticas nacionais e pelos ODS da Agenda 2030. Dentre as políticas nacionais consideradas, os fatores deveriam atender, minimamente, os princípios da Política Nacional de Mobilidade Urbana (PNMU) e da Política Nacional de Transporte (PNT), observando os seus objetivos e diretrizes.

Os *fatores de avaliação* foram então selecionados baseado na inserção sócio-urbano-ambiental de empreendimento rodoviários, como ponto central da estrutura de avaliação, representando questões estratégicas de planejamento.

1.3.2 Etapa 2. Elaboração de *Objetivos de Transporte Sustentável (OTS)*

Para cada *fator de avaliação*, foi estabelecido um objetivo específico, denominado neste trabalho como *Objetivos de Transporte Sustentável (OTS)*. A elaboração dos objetivos se baseou na fundamentação teórica, nos objetivos e diretrizes de políticas, nas ferramentas de avaliação e no estudo de caso. Esses objetivos expressam, de modo geral, onde se pretende chegar ou a direção desejada, refletindo as situações a serem alteradas pela implementação de metas, estratégias e ações gerenciais. Esses objetivos foram direcionados para os fins e não para os meios.

Esses objetivos deram suporte à definição dos indicadores, uma vez que permitiram fazer o link entre o *Fator de Avaliação* e as *Metas Conceituais*.

1.3.3 Etapa 3. Estabelecimento das *Metas Conceituais*

Tendo em vista que os Objetivos de Transporte Sustentável (OTS) estabelecidos são muito genéricos para operacionalização no planejamento de transporte com uso de indicadores, os mesmos foram desmembrados em *Metas Conceituais*, sem valores de referências, como forma de instituir os “caminhos” para alcançar os OTS. MARSDEN et al. (2011) explica que a definição de metas é uma parte crucial do processo, pois permite que as agências de transporte deliberem sobre como as metas da organização se relacionam com a sustentabilidade.

Enquanto os *OTS* são desenvolvidos numa abrangência mais amplas, as *Metas Conceituais* são usadas para definir como os objetivos podem ser alcançados a partir do planejamento de infraestrutura de transporte. As metas são, portanto, mais específicas e mensuráveis, e estabelecem as bases para ligar os indicadores aos objetivos.

A elaboração das metas foi motivada principalmente pelo reconhecimento dos impactos gerados por um empreendimento rodoviário, em particular aqueles identificados no estudo de caso.

1.3.4 Etapa 4. Seleção dos indicadores-chave e medidas de desempenho

O processo de seleção dos indicadores partiu da elaboração de uma lista preliminar e abrangente de indicadores e medidas de desempenho, obtidos a partir de pesquisa bibliográfica, que estão sendo aplicados por agências de transporte no contexto da sustentabilidade. Como o número de indicadores e medidas de desempenho foram elevados, oriundos de diferentes instituições, sendo que muitos deles se repetiam, a listagem foi organizada em planilhas eletrônicas do *software* Microsoft Office Excel®.

As publicações que mais contribuíram para a consolidação da lista preliminar foram aquelas realizadas pelas agências de transporte internacionais, em especial a *Federal Highway Administration* (FHWA), a *American Association of State Highway and Transportation Officials* (AASHTO) e as estaduais norte-americanas, as quais vêm utilizando sistemas de avaliação de sustentabilidade. Dentre os trabalhos acadêmicos e técnicos consultados, os autores que mais se destacaram foram: Amekudzi, Jeon, Litman, Gudmundsson, Ramani, Marsden e Zietsman, os quais vêm se dedicando no fornecimento e compilação de listas abrangentes de medidas de desempenho de transporte sustentáveis.

Com relação ao caso analisado (Rodoanel Mário Covas), compilou-se os métodos de avaliação de cada impacto/efeito sócio-urbano-ambientais contemplados nos estudos que contribuíram para avaliação da sustentabilidade na fase de planejamento do empreendimento, a saber: Plano Diretor de Desenvolvimento de Transporte (PDDT), Avaliação Ambiental Estratégica (AAE), Estudos de Impacto Ambiental (EIA),

Monitoramento da Mancha Urbana, Estudo de Análise de Riscos Ambientais (EAR) e sistema *Envision*.

Especificamente com relação aos Estudos de Impacto Ambiental (EIA's), tendo em vista a extensa lista de impactos identificados nos estudos, sendo muito deles com baixa significância, adotou-se como critério o princípio da intergeracionalidade, visando selecionar apenas os impactos mais significativos. Dessa forma, foram analisados apenas os impactos que apresentaram um dos seguintes atributos:

- a. *Intensidade*: alta;
- b. *Reversibilidade*: irreversível;
- c. *Tempo de permanência*: longo ou permanente.

A análise desses impactos está apresentada no **Apêndice A**.

Indicadores que refletiam os impactos relacionados à execução de obras, tais como os impactos temporários, com baixa significância e aqueles relacionados aos insumos e tecnologia para construção e operação, bem como referente à viabilidade econômica do empreendimento, que não representassem externalidades, foram desconsiderados neste trabalho.

Nesse sentido, não se propôs neste estudo criar um conjunto de indicadores de sustentabilidade dissociados dos que já vêm sendo utilizados nas principais agências de transporte. Assim, os indicadores selecionados consistiram de estruturas constituídas, e outros aplicados no caso estudado, para os quais o seu uso já foi considerado viável tecnicamente pelas agências responsáveis, com aplicabilidade em agências de planejamento de transporte comprovada. Portanto, podem ser considerados factíveis, tendo em vista sua aplicação comprovada por agências de transporte e/ou recomendada pela literatura.

Os indicadores mapeados foram organizados por *Fatores de Avaliação*, sendo utilizados na estrutura apenas aqueles que se ligaram às *Metas Conceituais* preestabelecidas. De acordo com Malheiros, Philippi Jr. e Coutinho (2008), o papel dos indicadores como ferramenta é o estabelecimento de uma visão de conjunto que exige um processo de avaliação de resultados em relação às metas de sustentabilidade estabelecidas.

Por fim, para cada indicador mensurável, ligado a uma meta específica, foi elaborada uma *ficha de avaliação*, contendo diversas informações para orientar sua aplicação de forma flexível, conforme modelo apresentado na **Figura 6**. As fichas fornecem informações para mensuração dos indicadores de forma prática, que resultem em resultados que sejam úteis para tomadas de decisão ou comunicação com as partes interessadas.

As *fichas de avaliação* consistiram no produto final desta pesquisa, e estão apresentadas no **Apêndice D**.

Figura 6 - Modelo de ficha de avaliação utilizada.

FATOR DE AVALIAÇÃO		Nome do Indicador	
Descrição curta do indicador			
Categoria			
O que mede?			
Como usar?			
Análise Preditiva?			
Dados requeridos			
Relevância para a tomada de decisões			
Oportunidade de participação social			
Exemplos de medidas de desempenho	Descrição	Desagregação / Escala de análise	Unidade
		•	
		•	

O fluxograma abaixo mostra, de forma sintetizada, o processo adotado para seleção dos indicadores e medidas de desempenho, que resultou na elaboração das *fichas de avaliação*, produto desta pesquisa.

CAPÍTULO 2 – TRANSPORTE E SUSTENTABILIDADE URBANA: FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Atualmente, mais da metade da população mundial vive em áreas urbanas, contribuindo com elevadas taxas de produção e de consumo, e, consequentemente, aumentando e concentrando os problemas ambientais e socioeconômicos. Ocupando menos de 2% da área terrestre em 2015, as áreas urbanas concentravam 80% da produção econômica, entre 60 e 80% do consumo de energia e aproximadamente 75% das emissões de CO₂ (PNUMA, 2011 apud HABITAT-III, 2015).

As cidades concentram sérios problemas globais como pobreza, desigualdade social, poluição, dificuldades de mobilidade, falta de saneamento básico, habitações precárias, violência e impacto das mudanças climáticas. Esses diversos problemas têm afetado a qualidade de vida e o meio ambiente nas áreas urbanas. A problemática se agrava nas regiões metropolitanas, onde há maior concentração de pessoas e abrangência territorial.

Com a maior parte da população brasileira vivendo nas cidades, as questões urbanas tornam-se fundamentais para o desenvolvimento sustentável no país. Esse paradigma de desenvolvimento está aumentando progressivamente, tendo como principais expoentes os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 2030.

De acordo com Mörtberg et al. (2013), para iniciar a construção de competência para a avaliação da sustentabilidade dos sistemas urbanos é fundamental o reconhecimento da interação entre a forma urbana, uso do solo e transporte. É nesse sentido, que o presente item visa analisar as questões emergentes do planejamento de transporte frente aos princípios da sustentabilidade urbana, de forma a fundamentar o estabelecimento de objetivos e metas de sustentabilidade em empreendimentos rodoviários.

2.1 SUSTENTABILIDADE URBANA E CIDADES SUSTENTÁVEIS

O conceito de sustentabilidade de questões relacionadas ao espaço urbano vem sendo impulsionado pelos diversos fóruns internacionais liderados pelas Nações Unidas, desde a década de 70, com a Conferência de Vancouver 1976 (Habitat I – Vancouver, Canadá), tomando mais força a partir da década de 90, mais especificamente em 1996 com o Habitat II em Istambul, Turquia, em 2001 com o Istambul+5 em Nova Iorque, EUA, e em 2016 com o Habitat III em Quito, Equador.

A Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (WCED, 1987), reunida em virtude da elaboração do relatório *Nosso Futuro Comum* (The Brundtland Report) identificou um grupo de desafios comuns necessário para o desenvolvimento

sustentável, incluindo, dentre eles, o desafio urbano. Neste capítulo, constam diversas propostas que buscam uma gestão urbana sustentável, “baseada essencialmente no fortalecimento dos governos locais, na descentralização administrativa e na inclusão social” (SOTTO e PHILIPPI JR., 2018).

Fruto das iniciativas internacionais, foram desenvolvidas a Agenda 21 e a Agenda Habitat, que são documentos balizadores das diretrizes das políticas públicas e das práticas urbanas de diversas cidades e metrópoles, voltados ao estabelecimento de mecanismos de coordenação setorial, descentralização na tomada de decisões e de incremento da participação popular na gestão urbana.

A Agenda 21 ampliou a importância das questões urbanas no discurso e na formulação de políticas que objetivam o desenvolvimento sustentável, dedicando o Capítulo 7 à questão da sustentabilidade dos assentamentos humanos, elencando oito objetivos essenciais para a gestão urbana sustentável.

As recomendações da Agenda 21 para os assentamentos humanos foram retomadas e aperfeiçoadas pela Convenção Habitat II, realizada na cidade de Istambul/Turquia em 1996, que estabeleceu um Plano Global de Ação dedicado à consecução de dois objetivos até 2016: (i) habitação digna para todos e (ii) desenvolvimento sustentável dos assentamentos humanos.

A Agenda 21 brasileira, redigida a partir da ECO-92, identificou seis temas centrais, incluindo o tema “Cidades Sustentáveis”. Os resultados desse trabalho foram sistematizados e consolidados em seis publicações, conforme os seis eixos temáticos identificados, sendo um deles o documento *Cidades Sustentáveis – Subsídios à Elaboração da Agenda 21 Brasileira*, publicado no ano de 2000.

Em 2012, na Conferência das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento Sustentável (Rio+20), realizada na cidade do Rio de Janeiro no ano de 2012, foi editada a declaração “O futuro que queremos”. Nesta oportunidade, também foi tratado sobre o tema “Cidades e Assentamentos Humanos Sustentáveis”, dedicando os itens 134, 135, 136 e 137 exclusivamente ao tema. Por ocasião da Rio+20, os Estados signatários da declaração “O futuro que queremos” assumiram o compromisso de indicar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) até o ano de 2015, a vigorar até o ano de 2030, em substituição aos Objetivos do Milênio (ODM), que devem orientar as políticas nacionais e atividade de cooperação internacional nos próximos quinze anos, sucedendo e atualizando os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM).

Em setembro de 2015, a partir da publicação da Resolução A/RES/70/1, a Assembleia Geral da Organização das Nações Unidas – ONU aprovou o documento “Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para as Nações Unidas e o Desenvolvimento Sustentável”, que elegeu 17 ODS, desdobrados em 169 metas, compatíveis com os diversos documentos internacionais relacionados ao tema, tais como: a Agenda de Ação de Addis Abeba (2015), voltada ao financiamento do desenvolvimento sustentável; a Declaração de Sendai (2015), focada na redução de desastres; o Protocolo

de Paris (2015), focado no combate às mudanças climáticas; a Declaração “O futuro que queremos” (2012) e a Agenda 21 (1992). No total, 193 países signatários se comprometeram em adaptar, adotar, mobilizar governos, empresas e sociedade civil para o cumprimento dos objetivos (ONU, 2015).

Os 17 ODS publicados pela ONU estão apresentados na **Figura 7**.

Figura 7 - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável – ODS.

Fonte: ONU (2015).

Dentre os seus 17 ODS eleitos, o ODS 11 refere-se especificamente às cidades, que visa “*Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis*”, acompanhado com 7 metas específicas, que abordam temas como: habitação, sistema de transporte, urbanização, patrimônio cultural e natural do mundo, desastres, impacto ambiental negativo per capita das cidades – com especial atenção à qualidade do ar e gestão de resíduos municipais -, espaços públicos e outros.

Como desdobramento da Agenda 2030, por ocasião da Conferência das Nações Unidas para a Habitação e o Desenvolvimento Urbano Sustentável (Habitat III), a ONU-Habitat, responsável pelo ODS 11, lançou, em outubro de 2016, na cidade de Quito, a Nova Agenda Urbana (NAU), que irá vigorar até 2036, em substituição à Agenda Habitat II. A NAU é um documento orientado para ação que define padrões globais para alcance do desenvolvimento urbano sustentável, repensando a forma como construímos, gerenciamos e vivemos nas cidades. Ele oferece orientações especialmente para os atores envolvidos no desenvolvimento urbano construir seus planos de ação, com diretrizes para a urbanização sustentável, além de promover um planejamento urbano e territorial que garanta o uso sustentável do solo e dos recursos naturais, baseando-se nos conceitos de cidades compactas, policêntricas, com densidade e conectividade adequadas e controle da dispersão urbana.

No ordenamento jurídico brasileiro, o “conceito” de cidade sustentável surgiu, explicitamente, com a regulamentação dos dispositivos constitucionais da política urbana

(artigos 182 e 183 da Constituição Federal de 1988), por meio da Lei nº 10.257 de 2001, conhecida como Estatuto da Cidade, que prevê, no art. 2º, inciso I, o que vem a ser uma cidade sustentável em uma das seguintes diretrizes gerais:

“garantia do direito a cidades sustentáveis, entendido como o direito à terra urbana, à moradia, ao saneamento ambiental, à infra-estrutura urbana, ao transporte e aos serviços públicos, ao trabalho e ao lazer, para as presentes e futuras gerações;” (BRASIL, 2001)

A partir desta Lei, o tema do desenvolvimento urbano sustentável ou da sustentabilidade urbana passou a destacar-se na agenda dos municípios brasileiros, propiciando uma progressiva atenção ao meio ambiente artificial por parte dos gestores públicos e dos cidadãos, objetivando a construção de cidades sustentáveis.

Haughton (1999) examinando diferentes abordagens políticas para avançar em direção à cidade sustentável, resume as ideias do desenvolvimento sustentável em cinco princípios baseados na equidade: 1) futuridade - equidade intergeracional; 2) justiça social - equidade intrageracional; 3) responsabilidade transfronteiriça - equidade geográfica; 4) equidade processual - pessoas tratadas de forma aberta e justa; 5) equidade entre espécies - importância da biodiversidade.

Na visão de Rogers (2009, apud SAETA, 2012), uma cidade sustentável é:

- *Justa*: onde justiça, alimentação, abrigo, educação, saúde e esperança sejam distribuídos de forma justa e onde todas as pessoas participem da administração;
- *Bonita*: onde arte, arquitetura e paisagem incendeiem a imaginação e toquem o espírito;
- *Criativa*: onde uma visão aberta e a experimentação mobilizem todo seu potencial de recursos humanos e permitam uma rápida resposta a mudança;
- *Ecológica*: que minimize seu impacto ecológico, onde a paisagem e a área construída estejam equilibradas e onde os edifícios e a infraestrutura sejam seguros e eficientes em termos de recursos;
- *Fácil*: onde o âmbito público encoraje a comunidade, a mobilidade, e onde a informação seja trocada tanto pessoalmente quanto eletronicamente;
- *Compacta e policêntrica*: que proteja a área rural, concentre e integre comunidades nos bairros e maximize a proximidade;
- *Diversificada*: onde uma ampla gama de atividades diferentes gere vitalidade, inspiração e acalentem uma vida pública essencial.

Para UNISDR (2012), urbanização sustentável é um processo que promove uma abordagem integrada, sensível ao gênero e em prol dos pobres para os pilares sociais, econômicos e ambientais da sustentabilidade, baseando-se no planejamento participativo e nos processos de decisão, incluindo governança. Os princípios de urbanização sustentável envolvem:

- *Terra, infraestrutura, serviços, mobilidade e habitação acessível em prol dos pobres;*
- *Desenvolvimento seguro e saudável, sensível e socialmente inclusivo;*
- *Ambiente criado ambientalmente saudável e eficiente em termos de carbono;*
- *Processos de planejamento e tomada de decisão participativos;*
- *Economias locais dinâmicas e competitivas promovendo trabalho decente e subsistência;*
- *Garantia dos direitos de não discriminação e equitativos para a cidade;*
- *Capacitação de cidades e comunidades para planejar e administrar eficazmente adversidades, e mudança para construir resiliência.*

Acselrad (1999, 2009a), ao investigar os discursos sobre a sustentabilidade urbana, sintetizou três representações das cidades ou matrizes discursivas, conforme a seguir: (i) tecno-material das cidades; (ii) a cidade como espaço da “Qualidade de Vida”; e (iii) a cidade como espaço de legitimação das políticas urbana. O **Quadro 1** apresenta as matrizes discursivas proposta por Acselrad (1999), suportadas pelos diferentes conceitos da sustentabilidade urbana.

Quadro 1 - Matrizes discursivas da sustentabilidade urbana.

Representações	Modelos	Descrição
1. Representação tecno-material das cidades	1.1 Racionalidade Ecoenergética	Eficiência e conservação da matéria e da energia, com redução de rejeitos
	1.2 Equilíbrio Metabólico	Representação ecossistêmica das cidades, que se organiza pelo recurso à metáfora biológica da “resiliência” e procura descrever a capacidade adaptativa dos “ecossistemas urbanos” para superar suas condições de vulnerabilidade a choques externos.
2. A cidade como espaço da “Qualidade de Vida”	2.1 Pureza	Vista como espaço das externalidades negativas
	2.2 Cidadania	Se expressa em políticas construídas por meio do diálogo e da negociação social entre os diferentes agentes sociais
	2.3 Patrimônio	Tratada como caráter imaterial, relacionado à identidade dos lugares: valores e heranças construídas, estéticas e culturais
3. A reconstituição da legitimidade das políticas urbanas	3.1 Eficiência	Está relacionada à eficiência na gestão dos recursos públicos
	3.2 Equidade	Democratização do acesso aos serviços urbanos, demonstrando a capacidade de equilibrar a oferta de serviços urbanos à quantidade e à qualidade das demandas da sociedade.

Fonte: Baseado em Acselrad (1999).

Maclaren (1996) lista algumas características chave relacionadas à sustentabilidade urbana encontradas frequentemente na literatura, tais como:

- Equidade entre gerações;
- Equidade intragerações, incluindo equidade social, geográfica e governamental;
- Proteção ao ambiente natural e respeito aos seus limites;
- Minimização do uso de recursos não-renováveis;
- Vitalidade e diversidade econômica;
- Autoconfiança por parte da comunidade;
- Bem-estar individual;

- Satisfação das necessidades básicas.

Percebe-se que o conceito de sustentabilidade urbana pressupõe que as cidades devam ser analisadas como um sistema integrado. Tomando-se como base os seus aspectos físicos e urbanísticos, a sustentabilidade de aglomerados urbanos deve levar em consideração a forma de ocupação do território e a disponibilidade de insumos para o seu adequado funcionamento, o grau de mobilidade e de acesso da população aos equipamentos sociais e serviços públicos, a qualidade dos espaços coletivos e o correto dimensionamento e controle das fontes geradoras de resíduos e os seus destinos finais.

Independentemente dos conceitos ou discursos atribuídos à sustentabilidade urbana, o que se percebe é que os principais desafios estão centrados em integrar a dinâmica social de uso e produção do espaço urbano com as estratégias que promovam a conservação ambiental e a qualidade de vida das comunidades.

Para auxiliar no enfrentamento dos diversos desafios na busca de uma cidade mais sustentável, desde 2011, a Rede Nossa São Paulo, a Rede Social Brasileira por Cidades Justas, Democráticas e Sustentáveis e o Instituto Ethos, em parceria com outras organizações e redes nacionais e internacionais, disponibilizam um conjunto de ferramentas para contribuir com a construção dessa visão de futuro aliada a processos transparentes e participativos: o Programa Cidades Sustentáveis (PCS). Este programa propõe um processo baseado em diretrizes, indicadores e metas, organizados em 12 eixos temáticos, representados na **Figura 8**.

Figura 8 - Eixos do Programa Cidades Sustentáveis.

Fonte: PROGRAMA CIDADES SUSTENTÁVEIS (2016).

O PCS apresenta um total de 260 indicadores básicos, divididos pelos 12 eixos, e traz informações úteis para gestores e outros públicos interessados em conhecer ou usar uma plataforma como ferramenta de gestão e aprimoramento da administração municipal. Os indicadores do PCS estão associados aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e às respectivas metas estipuladas pela ONU, organizados de modo que facilitem a leitura e a compreensão de sua aplicação nos sistemas públicos de gestão.

2.2 TRANSPORTE SUSTENTÁVEL: PRINCÍPIOS E DEFINIÇÕES

O transporte impulsiona o desenvolvimento, liga as pessoas, conecta as comunidades locais ao mundo, constrói mercados e facilita o comércio. De acordo com a Política Nacional de Transportes (2018),

“O Setor de Transportes se configura como elemento fundamental na organização e dinâmica do Estado brasileiro, uma vez que funciona como instância essencial para os deslocamentos das pessoas, das matérias-primas e dos produtos finais, vinculando-se ao abastecimento interno, à segurança alimentar, ao direito de ir e vir, à provisão de insumos para as produções agropecuárias e industriais e aos movimentos de importação e de exportação, por exemplo”.

A importância que o transporte detém no contexto urbano é reconhecida pelas Nações Unidas em seu relatório lançado em 2006 denominado “Mobilizando o Transporte Sustentável para o Desenvolvimento”, que trata das perspectivas de transporte sustentável na escala global, abordando todos os modos de transporte, tanto em países desenvolvidos como em desenvolvimento. Os autores destacam que:

“Transporte não é uma finalidade em si, mas um meio que permite às pessoas acesso a qualquer necessidade: emprego, mercados e bens, interação social, educação e uma série de outros serviços que contribuem para vidas saudáveis e plenas”.

Logo, o transporte é uma atividade meio, que surge para atender a outras necessidades dos indivíduos, coletividades ou organizações. Portanto, deve ser planejado de forma a satisfazer aos objetivos coerentes com as demandas sociais (LITMAN e BURWELL, 2006). Um planejamento de transporte eficaz combina a necessidade de entregas a curto prazo com uma visão de longo prazo.

Contudo, há muitos desafios a serem enfrentados no setor de transporte visando resultados mais sustentáveis nas áreas urbanas, especialmente nas regiões metropolitanas dos países em desenvolvimento, dentre os quais se destacam: poluição, congestionamentos, acidentes, declínio na qualidade dos transportes públicos, degradação ambiental, alterações climáticas, esgotamento de energia, poluição visual, e falta de acessibilidade para a população urbana de menor poder aquisitivo.

O cenário atual apresentado por ONU (2016) é que todos os anos, 1,24 milhões de pessoas morrem em acidentes viários e 3,5 milhões de pessoas morrem prematuramente devido a poluição do ar, tendo o transporte como um dos principais responsáveis; 23% das emissões de gases de efeito estufa relacionados à energia que vem do transporte; congestionamentos acarretam em encargos para a economia.

Resultado do RIO+20 ocorrido em 2012, o documento “O Futuro que Queremos” abordou o tema “O transporte sustentável”, por meio dos itens 132 e 133. A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável estabeleceu 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), cujo cumprimento depende dos avanços no transporte sustentável.

O transporte pode ser um agente de desenvolvimento urbano sustentado que priorize metas de equidade e enfatize a acessibilidade, a segurança no trânsito e a economia de tempo para os pobres, com mínimo prejuízo ao meio ambiente e à saúde humana, reduzindo as emissões (AMEKUDZI et al., 2011; LI, 2011; KANE, 2010 apud IPCC, 2014).

O transporte sustentável tende a ser definido de diferentes maneiras por diferentes agências de transporte dependendo de suas prioridades ou restrições específicas, embora a maioria das definições contemple os fatores do *Triple Bottom Line (TBL)*: economia, meio ambiente e social.

De acordo com AASHTO (2009), ao pensar em fornecer soluções de transporte e infraestrutura de maneira mais sustentável, agências e empresas estão considerando cada um dos elementos da seguinte forma:

- **Economia** - Apoiar a vitalidade econômica e, ao mesmo tempo, desenvolver a infraestrutura de maneira econômica. Os custos da infraestrutura devem estar dentro da capacidade e disposição de pagar da sociedade. Os custos do usuário precisam estar dentro da capacidade das pessoas e das famílias de pagarem.
- **Social** - Satisfazer as necessidades sociais tornando o transporte acessível e seguro; incluir o fornecimento de opções de mobilidade para todas as pessoas (incluindo pessoas com desvantagens econômicas); e desenvolver infraestrutura que seja um ativo para as comunidades.
- **Ambiente** - Criar soluções que sejam compatíveis com o ambiente natural, reduzam as emissões e a poluição do sistema de transporte e reduzam os recursos materiais necessários para suportar o transporte.

Mais recentemente, alguns pesquisadores têm considerado as questões institucionais como um dos fatores fundamentais no contexto do desenvolvimento sustentável, nas quais são abordados a estrutura e o funcionamento das instituições.

Como alternativa ao TBL, Gibson (2001, apud POPE et al., 2004) promove o uso de uma abordagem baseada em princípios para avaliação de sustentabilidade, em que os critérios de sustentabilidade são derivados de princípios de sustentabilidade em vez de objetivos de TBL. Ele argumenta que uma abordagem baseada em princípios enfatiza as

interconexões e as interdependências entre as áreas do pilar em vez de promover conflitos e *trade-offs*, podendo evitar limitações conceituais e desafios práticos inerentes da abordagem TBL.

Os princípios do desenvolvimento sustentável que estão implícitos em sua definição incluem equidade intergeracional e multidimensionalidade (ZIETSMAN & RILETT, 2002). Esses autores discutiram os princípios do desenvolvimento sustentável que são relevantes e precisam ser abordados a partir de uma perspectiva de transporte, a saber: *Equidade intergeracional; Multidimensional; Dinâmico; e Contínuo (Continuum)*.

Marsden et al. (2011) propõe um conjunto de princípios na perspectiva dos transportes, com o objetivo de garantir que o setor de transportes incentive, apoie e mantenha o progresso em direção à sustentabilidade, conforme fornecidos abaixo:

“A sustentabilidade implica atender às necessidades humanas para o presente e o futuro, enquanto:

- *Preservação de sistemas ambientais e ecológicos,*
- *Melhorar a qualidade de vida,*
- *Promover o desenvolvimento econômico, e*
- *Garantir a equidade entre grupos populacionais e em gerações”.*

Jeon (2007) e Amekudzi et al. (2011) compilaram diversas definições de transporte sustentável, as quais estão apresentadas no **Quadro 2** a seguir.

Quadro 2 - Exemplos de definições de transporte sustentável.

Organização	Definições de Transporte Sustentável
Mesa Redonda sobre Meio Ambiente e Economia de Ontário (ORTEE) 1995. Canadá.	(1) Produzir saídas (emissões) em um nível capaz de ser assimilado pelo meio ambiente. (2) Ter uma baixa necessidade de insumos de recursos não renováveis (quando não renováveis são usados, seu uso será para investimentos não consuntivos e eles serão reciclados quando não forem mais úteis ou necessários). (3) Minimizar a interrupção dos processos ecológicos, o uso de terra (e área de água) também é minimizado, bem como o uso de habitats sensíveis.
Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) 1999.	O transporte ambientalmente sustentável é definido como: "Transporte que não comprometa a saúde pública ou ecossistemas e que atenda às necessidades de acesso consistentes com (a) uso de recursos renováveis abaixo de suas taxas de regeneração, e (b) uso de recursos não renováveis abaixo das taxas de desenvolvimento de substitutos renováveis"
Associação de Transporte do Canadá (TAC) 1999. Canadá.	(1) <i>No ambiente natural</i> : limite de emissões e resíduos (que poluem o ar, o solo e a água) dentro da capacidade da área urbana de absorver / reciclar / limpar; fornecer energia aos veículos a partir de fontes de energia renováveis ou inesgotáveis (como a energia solar a longo prazo); e reciclar recursos naturais utilizados em veículos e infraestrutura (como aço, plástico, etc.). (2) <i>Na sociedade</i> : prover equidade de acesso para as pessoas e seus bens, nesta geração e em todas as futuras gerações; melhorar a saúde humana; ajudar a apoiar a mais alta qualidade de vida compatível com a riqueza disponível; facilitar o desenvolvimento urbano à escala humana; limitar a intrusão de ruído abaixo dos níveis aceitos pelas comunidades; e seja seguro para as pessoas e suas propriedades. (3) <i>Na economia</i> : ser financeiramente acessível em cada geração; ser projetado e operado para maximizar a eficiência econômica e minimizar

Organização	Definições de Transporte Sustentável
	os custos econômicos; e ajudar a apoiar uma economia forte, vibrante e diversificada.
Departamento de Transporte da Califórnia (2001)	Um sistema de transporte sustentável atende às necessidades básicas de mobilidade e acessibilidade das gerações atuais e futuras.
O Centro de Transporte Sustentável (CST) 2002. Canadá.	(1) permite que as necessidades básicas de acesso de indivíduos e sociedades sejam atendidas de forma segura e consistente com a saúde humana e com o ecossistema, e com equidade dentro e entre gerações; (2) é acessível, opera de forma eficiente, oferece opções do modo de transporte e suporta uma economia vibrante; (3) limita as emissões e os resíduos dentro da capacidade do planeta de absorvê-los, minimiza o consumo de recursos não renováveis, reutiliza e recicla seus componentes e minimiza o uso da terra e a produção de ruído.
Instituto de Política de Transporte Victoria (VTPI) 2003. Canadá.	Proporcionar um futuro material seguro e satisfatório para todos, em uma sociedade que seja equitativa, atenciosa e atenta às necessidades humanas básicas.
Desenvolvimento Estratégico Sustentável do Uso da Terra e Estratégias de Transporte: Manual Metodológico: Procedimentos para a Recomendação do Planejamento Sustentável Ótimo dos Sistemas Europeus de Transporte Urbano (2003)	Um sistema sustentável de transporte urbano e uso da terra: (1) fornece acesso a bens e serviços de maneira eficiente para todos os habitantes da área urbana; (2) protege o meio ambiente, o patrimônio cultural e os ecossistemas para a geração atual e (3) não coloca em risco as oportunidades das futuras gerações de alcançar pelo menos o mesmo nível de bem-estar dos que vivem atualmente, incluindo o bem-estar derivado de seu ambiente natural e patrimônio cultural.
Departamento de Desenvolvimento Sustentável. 2003. Reino Unido.	O desenvolvimento sustentável significa assegurar uma melhor qualidade de vida para todos, agora e para as gerações futuras. Isso requer o cumprimento de quatro objetivos-chave ao mesmo tempo no Reino Unido e no mundo como um todo: (1) progresso social que reconheça as necessidades de todos; (2) proteção efetiva do meio ambiente; (3) uso prudente dos recursos naturais e (4) manutenção de níveis elevados e estáveis de crescimento econômico e emprego.
Ministério do Meio Ambiente, Nova Zelândia www.mfe.govt.nz/issues/transport/sustainable/	O transporte sustentável significa encontrar maneiras de mover pessoas, bens e informações de maneiras que reduzam seu impacto no meio ambiente, na economia e na sociedade. Algumas opções incluem: (1) usar modos de transporte que usam energia de maneira mais eficiente, como caminhar ou andar de bicicleta, e transporte público; (2) melhorar a escolha de transporte, aumentando a qualidade das instalações, serviços e ambientes de transporte público, ciclismo e caminhada; (3) melhorar a eficiência do uso de nossos carros, como usar veículos mais econômicos, dirigir com mais eficiência, evitar partidas a frio e lotar os carros; (4) usando combustíveis e tecnologias mais limpas; (5) usar telecomunicações para reduzir ou substituir viagens físicas, como teletrabalho ou tele-shopping; (6) planejar o <i>layout</i> das cidades para aproximar as pessoas e suas necessidades e tornar as cidades mais vibrantes e tranquilas; e (7) desenvolver políticas que permitam e promovam essas opções, como a Estratégia de Transporte da Nova Zelândia.
A Rede de Ação de Transporte Sustentável (Sustran), a Iniciativa de Pesquisa de Gestão Ambiental Urbana (UEMRI), Centro de Pesquisa de Desenvolvimento Global (GDRC)	Transporte sustentável diz respeito a sistemas, políticas e tecnologias. Tem como objetivo o trânsito eficiente de bens e serviços e sistemas sustentáveis de frete e entrega. O projeto de planejamento urbano sem veículos, juntamente com o <i>design</i> amigável dos bairros para pedestres e ciclistas, é um aspecto crítico para as atividades de base, assim como o teletrabalho e a teleconferência. É mais sobre acessibilidade e mobilidade do que sobre "transporte".

Fontes: Baseado em Jeon (2007) e Amekudzi et al. (2011).

Baseada na definição fornecida pelo Centro de Transporte Sustentável do Canadá (2002), a *European Council of Ministers of Transport* (Conselho Europeu de Ministros dos Transportes) define transporte sustentável como:

“Um sistema de transporte sustentável é definido como aquele que:

- *permite que as necessidades básicas de acesso e desenvolvimento de indivíduos, empresas e sociedades sejam atendidas com segurança e de maneira consistente com a saúde humana e do ecossistema, e promova a equidade dentro e entre as gerações sucessivas;*
- *é acessível, opera de forma justa e eficiente, oferece opções de modo de transporte e apoia uma economia competitiva, bem como um desenvolvimento regional equilibrado; e*
- *limita as emissões e o desperdício na capacidade do planeta de absorvê-los, utiliza recursos renováveis iguais ou inferiores às suas taxas de geração e utiliza recursos não renováveis iguais ou inferiores às taxas de desenvolvimento de substitutos renováveis, minimizando o impacto sobre o uso da terra e a geração de ruído”.*

No estudo realizado por Ramani et al. (2009), o transporte sustentável foi definido como “a provisão de acesso e mobilidade seguros, efetivos e eficientes para o futuro, considerando as necessidades econômicas, sociais e ambientais da sociedade”. No contexto dos EUA, o Comitê para a Conferência sobre Introdução à Sustentabilidade no Planejamento do Transporte de Superfície definiu um sistema de transporte sustentável como "um em que (a) as necessidades atuais social e econômico de transporte são atendidas de forma ambientalmente consciente e (b) a capacidade das gerações futuras de satisfazer suas próprias necessidades não é comprometida" (MARSDEN et al., 2011).

OCDE (1996) apresenta algumas orientações estratégicas para o transporte sustentável, assim descritas:

- a. *Acesso*: Melhore o acesso a pessoas, bens e serviços, mas reduza a demanda pelo movimento físico de pessoas e coisas.
- b. *Tomada de decisão*: Tomar decisões de transporte de uma maneira aberta e inclusiva que considere todos os impactos e opções razoáveis.
- c. *Planejamento urbano*: limite a expansão, garanta o uso do solo local misto, fortaleça o transporte público, facilite a caminhada e o ciclismo, proteja os ecossistemas, o patrimônio e as instalações recreativas, e racionalize o movimento de mercadorias.
- d. *Proteção ambiental*: Minimize as emissões e reduza o desperdício da atividade de transporte, reduza o ruído e o uso de recursos não renováveis, particularmente os combustíveis fósseis, e garanta a capacidade adequada para responder a derramamentos e outros acidentes.
- e. *Viabilidade econômica*: Internalize todos os custos externos de transporte incluindo subsídios, mas respeite as preocupações com a equidade, promova

pesquisa e desenvolvimento apropriados, considere os benefícios econômicos, incluindo o aumento do emprego que pode resultar da reestruturação do transporte, e forme parcerias com países desenvolvidos e em desenvolvimento.

Mais recentemente, o Grupo Consultivo responsável pela elaboração do Relatório Mobilizando o Transporte Sustentável para o Desenvolvimento, organizado pela ONU (2016a), definiu transportes sustentáveis como:

“a provisão de serviços e infraestrutura para a mobilidade de pessoas e bens - avançando o desenvolvimento econômico e social para beneficiar as gerações atuais e futuras - de maneira segura, acessível, com preço acessível, eficiente, e resiliente, minimizando as emissões de carbono e outras e os impactos ambientais.”

Esse relatório fornece orientações sobre o transporte sustentável que os países devem seguir até 2030, define diretrizes que podem auxiliar no cumprimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável e do Acordo de Paris, assim como contempla as tendências globais de urbanização, alterações demográficas, globalização e os progressos tecnológicos, defendendo que há uma necessidade urgente de ações para lidar com os custos sociais, ambientais e econômicos associados à maneira como é encarado o transporte. Para os autores, o transporte sustentável exige avanços em três áreas principais: (a) desenvolvimento e implementação de políticas, (b) financiamento e (c) inovação tecnológica.

No que se refere à área de (a) Desenvolvimento e Implementação de Políticas, que guarda estreita relação com este trabalho, são fornecidas as recomendações apresentadas no **Quadro 3**.

Quadro 3 - Recomendações para Desenvolvimento e Implementação de Políticas.

(I) Tome decisões de planejamento, políticas e investimentos em transportes com base nas três dimensões de desenvolvimento sustentável - desenvolvimento social, impactos ambientais (incluindo o clima) e crescimento econômico - e uma análise completa do ciclo de vida.

- a) Dar a máxima atenção à segurança para todos os usuários de transporte e garantir que as melhorias na qualidade de vida e os avanços contra impactos ambientais negativos sejam fundamentais para as decisões políticas e de investimento.
- b) Promover o acesso equitativo (a empregos, mercados, serviços) como um princípio orientador chave para o planejamento e a política de transportes e para investimentos em infraestrutura (manutenção, renovação ou construção, conforme aplicável).
- c) Garantir que a resiliência aos impactos climáticos e outros choques naturais e econômicos e estresses crônicos seja essencial para o planejamento da infraestrutura de transporte e o desenvolvimento de redes de transporte e que as oportunidades de “saltar” para uma infraestrutura mais sustentável e sistemas de transporte sejam maximizadas.
- d) Tornar a manutenção da infraestrutura existente e a melhoria de sua eficiência como parte integrante da política de transporte e tomada de decisões de investimento.
- e) Melhorar a internalização dos custos e benefícios externos do transporte como uma ferramenta para alcançar um transporte sustentável e de baixo carbono, mantendo o acesso equitativo para todos.
- f) Priorizar o uso da análise da cadeia de valor total na formulação de políticas de transporte, com o objetivo de aumentar a eficiência de custo do comércio.

(2) *Integrar todos os esforços de planejamento de transporte sustentável com um desenvolvimento adequadamente equilibrado dos modos de transporte: integração vertical entre os níveis de governo e horizontalmente entre os modos, territórios e setores.*

- a) Desenvolver, adotar e implementar estruturas e estratégias nacionais sustentáveis integradas de transporte para o movimento de pessoas e bens. O planejamento integrado de sistemas de transporte e uso da terra deve promover o transporte sustentável.
- b) Promover a integração regional e a cooperação institucional entre os governos nacionais para permitir a movimentação segura e eficiente de pessoas e bens através das fronteiras e ao longo dos principais corredores de transporte, reduzindo os custos econômicos, sociais e ambientais em toda a cadeia de valor.
- c) Desenvolver planos de mobilidade urbana sustentável que suportem redes de transporte intermodais e interconectadas para mobilidade e conectividade “porta-a-porta” e conectividade de pessoas e bens, alinhadas com as políticas nacionais e apoiadas pelos governos nacionais através de orientação, apoio financeiro e capacitação técnica.
- d) Alinhar, nos níveis de governo nacional e local, tarefas e responsabilidades das autoridades de transporte e uso da terra, com vistas a uma autoridade conjunta única em cada nível, com supervisão de todos os aspectos de política e planejamento.
- e) Promover o diálogo regional e internacional sobre desenvolvimento sustentável e a logística que sustenta o movimento de pessoas e bens, reconhecendo que a logística eficiente impulsiona o crescimento econômico e o desenvolvimento social.

(3) *Criar estruturas institucionais de apoio, legais e regulamentares para promover um transporte sustentável e eficaz.*

- a) Devolva a autoridade aos níveis apropriados de governo, assegurando que as autoridades nacionais, subnacionais e locais tenham financiamento, recursos e capacidade adequados para cumprir suas responsabilidades, inclusive para a aquisição de serviços de transporte público.
- b) Melhorar a transparência e responsabilidade de todos os ministérios e autoridades nacionais e locais relevantes.
- c) Definir parâmetros claros, em um processo liderado por governos e autoridades públicas, para o envolvimento do setor privado na prestação de serviços de transporte.

(4) *Desenvolver capacidade técnica de planejadores e implementadores de transportes, especialmente em países em desenvolvimento, por meio de parcerias com organizações internacionais, bancos multilaterais de desenvolvimento e governos em todos os níveis, para garantir acesso equitativo a mercados, empregos, educação e outras necessidades.*

- a) Garantir que os esforços de capacitação sejam um requisito fundamental para projetos de transporte sustentáveis e sustentáveis, especialmente em países em desenvolvimento.
- b) Promover a coleta, análise e compartilhamento de dados relevantes, especialmente nos países em desenvolvimento, para uma política de transportes bem informada e tomada de decisões de investimento, e para o desenvolvimento de indicadores de segurança dos transportes, equidade, qualidade de vida e resiliência.
- c) Dar prioridade a soluções de transporte de baixa emissão, eficientes e equitativas, mudando para os modos mais apropriados às circunstâncias locais e nacionais e que melhor promovam o desenvolvimento sustentável.

(5) *Reforçar os esforços para prevenir mortes e lesões no trânsito.*

- a) Priorizar a prevenção de mortes e ferimentos em usuários de estradas, usando a meta dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável de reduzir as mortes e lesões no trânsito em 50% até 2020 como um guia, e seguir uma abordagem sistêmica para melhorar a segurança no trânsito.
- b) Promover o desenho de sistemas rodoviários e de transporte que priorize e enfatize a proteção das pessoas contra a morte e os ferimentos, levando em conta a falibilidade e a vulnerabilidade humanas.
- c) Divulgar para as partes interessadas locais melhores práticas sobre legislação de segurança no trânsito e políticas públicas.
- d) Garantir que os padrões mínimos de segurança para veículos e embarcações sejam estabelecidos e aplicados, com atenção especial ao mercado secundário nos países em desenvolvimento. Os governos nacionais lideram esses esforços.
- e) Reduzir os fatores de risco comportamentais que levam a mortes e lesões no trânsito por meio de legislação, conscientização, sinalização e regras e regulamentos. Governos e organizações da sociedade civil trabalham juntos nesses esforços.

(6) *Promover um público informado e engajado como um parceiro crucial no avanço de soluções sustentáveis de transporte.*

- a) Desenvolver e promover campanhas de conscientização pública e programas de educação para informar e engajar pessoas de todas as idades sobre o imperativo de fornecer acesso equitativo a oportunidades sociais e econômicas, bem como sobre a importância e os benefícios da mobilidade sustentável. Os temas a serem abordados pelos governos e pelas organizações internacionais e da sociedade civil incluem a segurança no trânsito; os benefícios do transporte público, caminhada e ciclismo; e oportunidades para reduzir as emissões de carbono.
- b) Buscar formas eficazes de buscar insumos, compras e, quando possível, cocriação, de uma ampla gama de grupos de partes interessadas ao tomar decisões de planejamento de transporte, políticas, infraestrutura e sistemas.

(7) *Estabelecer estruturas de monitoramento e avaliação para o transporte sustentável e desenvolver capacidade para coletar e analisar dados e estatísticas confiáveis.*

- a) Estabelecer metodologias abrangentes de monitoramento e avaliação para o transporte sustentável pelos governos nacionais e locais, vinculando estruturas de monitoramento, metas e indicadores, quando apropriado, aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.
- b) Fazer um balanço regular (em alguns casos anual) do progresso em direção aos objetivos de transporte dentro dos governos nacionais e locais e ajuste políticas e práticas em resposta às lições aprendidas com o objetivo de impulsionar a melhoria contínua, focada nas necessidades da sociedade.
- c) Ajudar a desenvolver a capacidade de monitoramento e avaliação nos governos em todos os níveis, inclusive por meio do compartilhamento de lições aprendidas, melhores práticas, treinamento e orientação de organizações e empresas internacionais e da sociedade civil.

Fonte: Elaborado a partir de ONU (2016a).

Nota-se que, até o momento, não há uma definição universalmente reconhecida do transporte sustentável. Os conceitos de Transporte Sustentável, em virtude da sua complexidade, estão sempre em construção, podendo variar de acordo com a sua aplicação e prioridades de uma determinada agência. Embora não exista uma definição padrão de transporte sustentável, a sustentabilidade é amplamente capturada em termos de eficácia do sistema de transporte e impacto do sistema na produtividade econômica, integridade ambiental e na qualidade de vida social (JEON e AMEKUDZI, 2005).

2.3 QUESTÕES EMERGENTES NO PLANEJAMENTO DE TRANSPORTE PARA SUSTENTABILIDADE URBANA

Com o objetivo de contribuir com as discussões acerca da sustentabilidade urbana no planejamento de rodovias, bem como direcionar de maneira embasada a formação de um conjunto de indicadores, o presente item discute as questões de transporte encontradas com frequência na literatura que influenciam resultados da sustentabilidade urbana.

2.3.1 Mobilidade Urbana

Existem várias definições e acepções acerca do termo mobilidade. Neste item será abordado o termo em uso nas políticas públicas como forma de valorizar princípios

universais e sustentáveis para as cidades brasileiras, ou seja, não se restringindo à ação de ir e vir, mas acrescido da preocupação com a sustentabilidade.

O Ministério das Cidades em conjunto com o Instituto Polis conceitua a mobilidade urbana conforme descrito a seguir:

“A mobilidade urbana é um atributo das cidades e se refere à facilidade de deslocamentos de pessoas e bens no espaço urbano. Tais deslocamentos são feitos através de veículos, vias e toda a infraestrutura (vias, calçadas etc.) que possibilitam esse ir e vir cotidiano. Isso significa que a mobilidade urbana é mais do que chamamos de transporte urbano, ou seja, mais do que o conjunto de serviços e meios de deslocamento de pessoas e bens. É o resultado da interação entre os deslocamentos de pessoas e bens com a cidade”. (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2005)

Nota-se que o conceito tradicional de mobilidade está associado à disponibilidade de meios ou condições que facilitem o movimento ou deslocamento das pessoas e bens. Por isso, as estratégias de mobilidade se concentram, normalmente, as questões de tráfego, melhoria das condições do fluxo, aumento da velocidade e redução do tempo de deslocamento.

Existem alguns conceitos desenvolvidos internacionalmente sobre Mobilidade Urbana Sustentável. Mas no Brasil, as iniciativas em difundir o conceito têm sido coordenadas pelo Ministério das Cidades, representado pela Secretaria Nacional de Transporte e da Mobilidade Urbana (SEMOB), a qual tem se empenhado em formular uma definição para o tema, fornecendo diretrizes às políticas públicas. Para o Ministério das Cidades, a Mobilidade Urbana Sustentável pode ser definida como:

“...o resultado de um conjunto de políticas de transporte e circulação que visam proporcionar o acesso amplo e democrático ao espaço urbano, através da priorização dos modos não-motorizados e coletivos de transporte, de forma efetiva, que não gere segregações espaciais, socialmente inclusiva e ecologicamente sustentável.”

Ao incorporar o nome sustentável ao conceito de mobilidade urbana, busca-se reforçar outros valores que devem ser levados em conta, como: aspectos sociais, políticos, econômicos e ambientais; os modos não-motorizados e coletivos de transporte e o planejamento integrado da cidade.

A mobilidade urbana garante o direito das pessoas de usufruírem dos serviços e oportunidades disponíveis nas cidades, assim como de manterem as relações sociais e econômicas. Assim, possui papel significativo na efetivação do direito à cidade, na superação da segregação e da fragmentação urbana. Portanto, deve ser considerada como um direito social que demanda políticas públicas eficazes.

Para o Ministério das Cidades (2005), a mobilidade urbana deve ser pensada em como se organizam os usos e a ocupação da cidade e a melhor forma de garantir o acesso

das pessoas e bens ao que a cidade oferece - emprego, escolas, hospitais, praças e áreas de lazer-, e não apenas pensar os meios de transporte e o trânsito.

Os usuários de transporte de cargas exercem forte pressão nos sistemas de transportes, tendo seu crescimento relacionado à situação econômica do país. Contudo, é mais usual encontrar na literatura estudos de sustentabilidade urbana centrados no transporte de passageiros, sem muita atenção dada à movimentação de cargas. Pensar em cidades sustentáveis exige um planejamento de cargas e sua relação com o uso e ocupação do solo, emissões atmosféricas, mudanças climáticas, geração de emprego, preservação ambiental e impactos na comunidade.

O modelo de circulação de pessoas e cargas dentro do território urbano interfere no desenvolvimento econômico do País, pois dele dependem a logística de distribuição de produtos, a saúde e a produtividade de sua população, dentre outros (SeMob, 2015). Um sistema de transporte de mercadorias eficaz é necessário, uma vez que desempenha um papel significativo na competitividade de uma área urbana e é um elemento importante em sua economia, tanto em termos de rendimentos gerados quanto nos níveis de emprego que suporta (SHIBAO et al., 2018). Além disso, por garantir o acesso das pessoas aos bens e locais desejados, é fator preponderante na qualidade de vida dos cidadãos.

A importância da mobilidade urbana para o desenvolvimento econômico e a equidade social, além dos muitos impactos que podem causar ao meio ambiente, têm exigido uma abordagem mais sustentável pelos gestores públicos. De acordo com UN-HABITAT (2013) citado por SeMob (2015), sob a perspectiva ambiental, a mobilidade urbana sustentável aponta para três macroestratégias complementares de ação:

- i. redução da necessidade de viagens motorizadas;
- ii. mudança de viagens para os modos de transporte público coletivo e os não motorizados;
- iii. inovações tecnológicas dos veículos e utilização de combustíveis mais limpos (incorporação de tecnologias de controle de emissões e de melhoria da eficiência energética).

No entanto, essa nova forma de entender e abordar a mobilidade no espaço urbano é recente. Diversos tratados, convenções e declarações internacionais, tais como a Agenda 21, a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas, as Conferências das Nações Unidas sobre Assentamentos Humanos (UN-Habitat), dentre outros, vêm alertando sobre a necessidade de alteração dos padrões de comportamento do setor, cobrando investimentos em tecnologias mais limpa e sistemas de circulação que reduzam os impactos negativos sociais, ambientais e urbanos associados à mobilidade urbana.

A partir da década de 1950 desencadeou nas regiões metropolitanas brasileiras um padrão de urbanização de expansão horizontal, caracterizado por crescimento de baixa densidade, o qual foi marcado pela metropolização. As políticas de transporte e os processos de urbanização, por sua vez, basearam-se no modelo rodoviarista, privilegiando

o uso de veículos particulares para a mobilidade urbana. Investiu-se em obras de grandes vias expressas, túneis e viadutos para auxiliar no escoamento do tráfego, com baixo investimento em infraestrutura de transportes coletivos e não-motorizados.

De acordo com Cavalcanti et al. (2018), ainda se vive no Brasil um paradoxo em que figuram de um lado uma indústria automobilística com alta capacidade de produção aliada a programas econômicos de estímulo ao consumo e, de outro, cidades com sistemas viários ultrapassados, assim como transporte coletivo ineficiente e de baixa qualidade. Aliado a isso, a popularização do automóvel parece estar relacionada a fatores psicológicos pela população brasileira, tais como o prazer, a privacidade, o controle pessoal, *status* social e a representatividade, acarretando na resistência à coletivização do transporte. Assim, muitos habitantes continuam optando pelo uso do veículo particular.

Esse modelo de mobilidade urbana favorece o espraiamento das cidades e a fragmentação do espaço devido à flexibilidade dos deslocamentos automobilísticos, forçando as cidades se estruturarem e se desenvolverem para assegurar-lhe a melhor condição possível de deslocamento de veículos particulares nas áreas urbanas. Com isso, questões como segregação espacial das atividades e serviços urbanos, altos índices de congestionamentos, ineficiência do transporte coletivo e poluição atmosférica e sonora estão cada vez mais presentes no contexto das metrópoles.

Muitos dos problemas atuais de mobilidade decorrem, segundo Costa et al., (2005), dos seguintes aspectos: o foco no transporte privado e não no transporte público, com forte concentração de investimentos em infraestrutura para o automóvel; o crescimento urbano descontrolado e não planejado; e a mudança contínua para modos de transporte insustentáveis. Esses problemas estão acentuados nas metrópoles, onde a maior concentração de pessoas gera números mais elevados de deslocamentos, tanto com transporte de carga, quanto de passageiros.

Fica cada vez mais evidente que a sustentabilidade urbana no contexto de regiões metropolitanas depende, dentre outros, de uma redução drástica no número de carros particulares, uma redução no número de viagens e nos quilômetros totais percorridos pelos veículos motorizados. Alcançar esses objetivos implica em novas alternativas de mobilidade, carros mais eficientes e maior integração do transporte com os usos do solo.

A crise de mobilidade urbana que as metrópoles brasileiras têm enfrentado nos últimos anos decorrem, sobretudo, do processo contínuo de crescimento periférico, com atividades dispersas e pulverizadas em uma grande mancha urbana, associado à priorização do modo de transporte motorizado individual em detrimento das formas coletivas de deslocamento.

No que se refere ao transporte de cargas, Shibao et al. (2018) afirmam que, ainda hoje, o modo rodoviário é fundamental para as atividades econômicas e sociais que ocorrem em áreas urbanas, porque abastece lojas, locais de trabalho ou lazer, entrega de mercadorias nas residências, transporta o lixo e assim por diante. Em que pese o modo rodoviário apresentar restrições em função da tipologia da carga, do volume e do peso,

“o modo rodoviário possui um papel fundamental no transporte de cargas por ser, em essência, o único capaz de realizar o serviço porta-a-porta” (PNT, 2018).

Com a intensificação da urbanização voltada aos automóveis e uma rede de transporte público insatisfatória, o cidadão metropolitano tem vivenciado um aumento progressivo dos índices de congestionamentos, comprometendo o fluxo de pessoas e de carga. Os congestionamentos, apesar de afetar toda a população, atinge com maior intensidade os trabalhadores que residem distantes do local de trabalho, em sua maioria moradores das regiões periurbanas, que desperdiçam horas diárias no trânsito, amontoados nos precários meios de transporte coletivos, reduzindo assim consideravelmente sua qualidade de vida.

Como consequência do alto índice de congestionamento pelo uso predominante dos automóveis, há maior perda de tempo nas viagens, consumo desnecessário de combustíveis e o aumento da emissão de poluentes na atmosfera, afetando significativamente a saúde urbana. Logo, esse padrão de transporte urbano gera impactos insustentáveis sobre a qualidade de vida nas cidades.

As políticas de incentivo e intensificação do uso do automóvel em detrimento do transporte público e do não motorizado causam grandes iniquidades sociais, desequilíbrios econômicos frequentes nos serviços e orçamentos públicos e, ainda por cima, agredem bastante o meio ambiente, em função das emissões de poluentes, ruídos e intrusão visual (IPEA, 2016).

Embora o transporte público coletivo reduza a ocupação do espaço das vias e transporte um número maior de pessoas, o histórico privilégio dado ao uso do automóvel particular nas cidades influenciou os investimentos em transporte coletivo por ônibus, visto que se tornou a maneira mais simples e com menores investimentos iniciais de se viabilizar, por utilizar a mesma infraestrutura dos automóveis. Entretanto, não se resolveu os inúmeros impactos negativos provocados por esse modo, em especial a poluição atmosférica (e sonora), agravada pelo uso do combustível a diesel, e a sobrecarga da infraestrutura viária.

Os chamados modos não-motorizados, como a locomoção por meio da caminhada ou de bicicleta, além de serem os modos mais acessíveis e baratos, colaboram para redução da emissão de gases na atmosfera, reduzem o nível de ruído, permitem uma maior interação com o espaço urbano, trazem benefícios à saúde de seus usuários, dentre outros benefícios relacionados à qualidade de vida da população e aos custos de implantação e manutenção dos sistemas viários.

Embora as evidentes vantagens de uso, os modos não-motorizados têm sido historicamente desprezados nas políticas de transporte, sendo muitas vezes negligenciados pelos tomadores de decisão e técnicos envolvidos no planejamento de sistemas de transportes urbanos. Estruturas urbanas voltadas a pedestres e ciclistas, por exemplo, exigem distâncias mais curtas e uma cidade compacta com densidade qualificada, um uso misto do solo equilibrado e um tamanho limitado da sua área total,

além de caminhos atraentes e seguros, com espaços públicos no entorno com elevada qualidade estética (ECOCITY, 2001).

Para os transportes públicos, é importante, além da expansão da cobertura geográfica do sistema, a seleção apropriada de locais para novas construções, buscando alcançar um desenvolvimento policêntrico e uma concentração descentralizada das empresas, próximas às estações de linhas de transporte público. De acordo com o MCidades (2004), o transporte urbano sendo inserido no planejamento integrado das cidades, incorporando os princípios da sustentabilidade e tendo o seu planejamento e controle submetido aos interesses da maioria da população, pode se tornar um relevante e eficaz instrumento de reestruturação urbana e vetor da expansão controlada ou direcionada das cidades.

Fica evidente que a mobilidade urbana sustentável deve ser tratada como um eixo da política de desenvolvimento urbano. A priorização de ações nas regiões metropolitanas converge, ainda que indiretamente, ao estabelecido no Estatuto da Cidade, que define como obrigatória a elaboração do plano de transporte urbano integrado, compatível com o plano diretor ou nele inserido, para cidades acima de 500 mil habitantes. Além disso, os instrumentos urbanísticos previstos propiciam um maior controle sobre a expansão urbana, indicando um maior aproveitamento da infraestrutura existente, que, somados aos mecanismos de participação da sociedade a partir dos orçamentos participativos e estudos de impacto de vizinhança, cria melhores condições para busca de soluções mais adequadas para o uso do espaço urbano integrado aos sistemas de transportes.

Ainda que os Planos Diretores - instrumentos básicos da política de desenvolvimento e expansão urbana - tradicionalmente veem estabelecendo diretrizes para a expansão/adequação dos sistemas de transporte, o Estatuto da Cidade não trata especificamente sobre a mobilidade urbana. Diante da necessidade de incorporar os princípios da mobilidade urbana, priorizando a mobilidade das pessoas e não dos veículos, o acesso amplo e democrático ao espaço urbano e os meios não-motorizados de transporte, foi necessário conduzir a edição de um normativo autônomo, para ampliar o conceito além dos transportes urbanos, resultando na Política Nacional de Mobilidade Urbana - PNMU, com a promulgação da Lei nº 12.587, de 3 de janeiro de 2012.

Apesar dos avanços nas políticas públicas, ainda há muitos desafios da mobilidade urbana para as regiões metropolitanas brasileiras, visando prover transporte de qualidade aos seus habitantes. Tais desafios não se restringem aos sistemas de transporte e são de naturezas diversas, como questões institucionais, tecnológica, socioeconômica e do uso e ocupação do solo. É preciso repensar o espaço urbano, a fim de ter cidades mais compactas e com o uso do solo mais diversificado de forma integrado aos modos de transporte, e que estes sejam mais equilibrados (intermodalidades) e distribuídos espacialmente.

2.3.2 Acessibilidade

O planejamento convencional de transporte tende a se concentrar na melhoria da mobilidade ou nas viagens de veículos (LITMAN, 2016). Durante décadas, as políticas de transporte buscaram fornecer mobilidade com base no transporte motorizado, visando melhorar a velocidade do tráfego, o nível dos serviços e os custos relativos. Com isso, justificam a ampliação da capacidade das rodovias, tendendo a criar sistemas de transporte e uso do solo mais orientados para o automóvel.

A palavra “acesso” era utilizada, no contexto dos transportes, como sinônimo de construção de novas estradas e outras infraestruturas, beneficiando principalmente a utilização de automóveis particulares. Contudo, ao projetar sistemas que apenas permitam viagens mais rápidas e mais distantes, priorizando os modos motorizados individuais, os não-motoristas podem se tornar socialmente excluídos devido à limitação de acesso e preocupações com segurança.

Uma das principais importâncias do transporte sustentável está no motivo pelo qual o transporte ocorre. De modo geral, as viagens ocorrem por alguma finalidade específica, como ir ao trabalho, levar as crianças na escola, comprar algum produto, entre outras. Assim, se nos concentramos no objetivo final da viagem, ou seja, na real necessidade do usuário do sistema de transporte, podem surgir soluções que permitam que uma pessoa tenha acesso ao bem, serviço, atividade ou destino que está sendo buscado de maneira mais sustentável.

A acessibilidade é uma medida fundamental da equidade social (BARTON, 2000); “refere-se à capacidade de um indivíduo de alcançar bens, serviços e atividades com base em fatores como mobilidade, opções de transporte, conectividade do sistema, substitutos de mobilidade e padrões de uso da terra” (LITMAN, 2012). Difere, portanto, da “equidade”, que se refere à justiça com a qual os impactos (benefícios e custos) são distribuídos, e da “mobilidade”, que está relacionado ao movimento físico, independentemente do meio utilizado (carro, ônibus, trem, bicicleta ou pé). A mobilidade está associada a acessibilidade, uma vez que se refere “a viagens que fornecem acesso básico a bens, serviços e atividades” (LITMAN, 2016).

A mobilidade não é uma variável independente, mas sim integrada com a acessibilidade. Medidas de mobilidade e acessibilidade são distintos e se complementam. Mobilidade representa a capacidade / facilidade de deslocamento (por exemplo, o tempo de viagem, taxa de viagens); enquanto a acessibilidade é a capacidade / facilidade oferecida para conectar a origem de uma viagem com seu destino, ou seja, de as pessoas obterem bens, alcançarem destinos ou atividades desejadas.

Geurs e Van Wee (2004, apud ANDRADE e TAVARES, 2017) identificaram quatro componentes usados para definir acessibilidade: i) uso do solo, incluindo características das localidades e suas oportunidades; ii) transportes, incluindo a qualidade

e o desempenho das redes e dos serviços; iii) o componente temporal, incluindo a disponibilidade de oportunidades ao longo do dia; e iv) o componente individual, incluindo as necessidades, capacidades e oportunidades das pessoas.

Logo, muitos fatores afetam a acessibilidade, incluindo mobilidade, fatores de uso do solo (como a localização de atividades) e substitutos de mobilidade (como telecomunicações e serviços de entrega). O planejamento baseado em acessibilidade expande as opções de soluções que podem ser aplicadas para problemas de transporte. Por exemplo, o congestionamento pode ser reduzido através da melhoria da acessibilidade do uso da terra ou das telecomunicações, além de acomodar mais tráfego de veículos.

Nesse sentido, para planejar, dimensionar e operacionalizar um sistema de transporte é fundamental considerar a acessibilidade, com o preceito de garantir acessibilidade da população entre diferentes pontos da cidade, e, especialmente, contribuir estrategicamente para o desenvolvimento urbano por meio da democratização dos deslocamentos de pessoas e cargas. Infraestrutura de transporte, acessibilidade e uso do solo estão inter-relacionados e, idealmente, estas devem ser avaliadas conjuntamente.

Indicadores comuns de acessibilidade incluem a qualidade das opções de transporte disponíveis, distâncias médias de viagem e custos por viagem (LITMAN, 2016; RAMANI et al., 2011). O uso do solo é outro indicador de acessibilidade. As áreas de uso misto e alta densidade permitem que os indivíduos tenham maior acesso a diferentes serviços, como emprego, educação e varejo. De acordo com Marins (2010), o nível de acessibilidade pode ser verificado “pela proximidade de pontos de parada, estações e terminais de transporte dos locais com maior demanda de transporte (acessibilidade física), das possibilidades de pagamento de tarifa (acessibilidade econômica) e também da disponibilidade de destinos para uma dada origem de deslocamento (acessibilidade físico-temporal)”.

As regiões metropolitanas brasileiras apresentam condições muito complexas e críticas no que diz respeito aos níveis de acessibilidade e mobilidade urbanas, principalmente em função da diversidade do uso e ocupação do solo e do volume populacional envolvido. Geralmente, quanto melhor é a mobilidade, maior é a acessibilidade, uma vez que quanto mais uma pessoa pode se transportar, mais destinos ela consegue alcançar. Logo, adotar ações e medidas que aumentem a eficiência na mobilidade é também contribuir para melhorar a acessibilidade.

A eficiência na mobilidade pode ser alcançada otimizando o sistema de transporte por diversas maneiras. Uma possibilidade é pelo Gerenciamento de Demanda de Transporte, que consiste em uma série de técnicas que podem ser usadas para solucionar problemas de congestionamento e sustentabilidade, buscando reduzir o número de viagens, sem a necessidade de implantação de novas infraestruturas para aumentar a capacidade operacional, a um custo geralmente menor. As práticas usuais incluem a localização de polos geradores de tráfego perto do transporte público e de outras instalações de transporte, compartilhamento de caronas, o fornecimento de horários de

trabalho flexíveis, incentivo a videoconferências e teletrabalho, aplicação de pedágios ou aumento de valores de acordo com o nível de congestionamento na rodovia, de forma a incentivar os usuários da rodovia a dirigir durante períodos fora de pico ou a usar modos ou rotas alternativos. Pode-se, ainda, fornecer opções de modos que sejam eficientes em termos de uso de energia, emissões e custo, tais como transporte público, caminhadas ou utilização de bicicletas em áreas urbanas, que contribuem para redução do congestionamento.

Existem também ferramentas úteis para otimização do sistema rodoviário, como aplicativo-comunidade de direção que fornece mapas e informações de tráfego dos usuários (*Waze*, *Google Maps*, etc.), estratégias de precificação (pedágios e preços de congestionamento), programa de restrição de uso de veículos, como por exemplo o rodízio no município de São Paulo, que proíbe a circulação de automóveis em um dia da semana de acordo com o número da placa.

2.3.3 Equidade (ou Justiça Social)

A equidade é amplamente mencionada como um princípio básico na sustentabilidade de transportes e mobilidade. Equidade social, também chamada justiça social, refere-se à distribuição equitativa de impactos (benefícios, desvantagens e custos) ou, em outras palavras, à distribuição justa dos ônus e bônus pelos efeitos do transporte em grupos espaciais ou demográficos. Pressupõem, portanto, a promoção da qualidade de vida a partir da justa distribuição espacial e entre grupos sociais de oportunidade na acessibilidade e de desenvolvimento econômico, assim como de impactos ambientais negativos, como exposição a poluentes atmosféricos e ruído. Logo, conforme enfatizado por Litman & Burwell (2006), este é um importante objetivo de planejamento e um requisito para o desenvolvimento sustentável, que equilibra objetivos econômicos, sociais e ambientais.

“O conceito de equidade é fundamental para a estruturação da política de transportes e para o planejamento de transportes” (GUIMARÃES e LUCAS, 2017). Para estes autores, o princípio da equidade também está associado à igualdade de oportunidades na mobilidade, destacando as mulheres, pessoas idosas, pessoas com deficiências físicas e grupos de baixa renda que enfrentam diferentes tipos de restrições que limitam sua mobilidade e seu espaço de oportunidades na sociedade.

Ao planejar o sistema de transportes é importante considerar o princípio da equidade, de forma a reduzir as desigualdades socioespaciais. Contudo, o planejamento convencional de transportes tende a se concentrar em objetivos econômicos (redução de congestionamentos e aumento de velocidade de viagens, redução de custos de viagens e segurança no tráfego), muitas vezes deixando esse princípio em segundo plano, sem a

preocupação em promover resultados mais equitativos, que contribua para reduzir as desigualdades.

A equidade tem várias implicações potenciais para a política de transporte, mas há poucas diretrizes a serem usadas na avaliação desses vários tipos de equidade de transporte no Brasil. Litman (2018) lista três categorias principais de equidade de transporte:

1. *Equidade Horizontal*: A equidade horizontal (também chamada de justiça e igualitarismo) diz respeito à distribuição de impactos entre indivíduos e grupos considerados iguais em habilidade e necessidade. De acordo com essa definição, indivíduos e grupos iguais devem ser tratados da mesma forma na distribuição de recursos / benefícios e custos. Isso significa que as políticas públicas devem evitar favorecer um indivíduo ou grupo em detrimento de outros, e que os consumidores devem “obter o que pagam e pagar pelo que recebem” de taxas e impostos, a menos que os subsídios sejam especificamente justificados.
2. *Equidade Vertical Com relação à Renda e à Classe Social*: A equidade vertical (também chamada de justiça social, justiça ambiental e inclusão social) preocupa-se com a distribuição de impactos entre indivíduos e grupos que diferem, neste caso, por renda ou classe social. Por essa definição, as políticas de transporte são equitativas se favorecerem grupos economicamente e socialmente desfavorecidos. Esta definição suporta melhorias no modo acessível, serviços especiais e descontos para grupos de baixa renda, e esforços para assegurar que os grupos desfavorecidos não suportem custos externos excessivos (poluição, risco de acidente, custos financeiros, etc.).
3. *Equidade Vertical em Relação à Necessidade e à Habilidade em Mobilidade*: Refere-se à distribuição de impactos entre indivíduos e grupos que diferem em capacidade e necessidade de mobilidade e, portanto, no grau em que o sistema de transporte atende às necessidades de pessoas com mobilidade reduzida.

No Brasil, a equidade é tratada no artigo 5º como princípio na Política Nacional de Mobilidade Urbana (Lei nº 12.587), promulgada em 2012, tanto de forma explícita nos incisos III (“equidade no acesso dos cidadãos ao transporte público coletivo”); e VIII (“equidade no uso do espaço público de circulação, vias e logradouros”), como implícita nos incisos I (“acessibilidade universal”) e VII (“justa distribuição dos benefícios e ônus decorrentes do uso dos diferentes modos e serviços”).

2.3.4 Mudanças Climáticas

O aumento da frequência e intensidade de eventos climáticos extremos vivenciados nos últimos anos em diversas regiões do mundo tiveram sua conexão com as mudanças climáticas confirmadas pelo IPCC (2012), ganhando destaque mundial para a gravidade das previsões relacionadas às mudanças climáticas. A adaptação ao clima e o desenvolvimento sustentável estão ligados de várias maneiras: primeiro, muitos dos determinantes da capacidade adaptativa para responder ao impacto sobre o clima e os indicadores do desenvolvimento sustentável se sobrepõem; segundo, a capacitação adaptativa pode contribuir para o bem-estar dos sistemas sociais e ecológicos; e terceiro, construir capacidade adaptativa dentro de uma estrutura de desenvolvimento sustentável pode exigir mudanças transformacionais (DOVERS e HEZRI, 2010; KATES et al., 2012; LEMOS et al., 2013 apud IPCC, 2014).

Embora o Brasil não estivesse incluído na lista de países necessários para reduzir suas emissões de gases de efeito estufa, o governo brasileiro estabeleceu, em 2010, sua Política Nacional de Mudanças Climáticas (PNMC, Lei nº 12.187/2009 e Decreto nº 7.390/2010), definindo como compromisso nacional voluntário ações de mitigação das emissões de gases de efeito estufa, com vistas a reduzir entre 36,1 e 38,9% as emissões nacionais de Gases de Efeito Estufa (GEE) projetadas até o ano de 2020. Para alcançar esses objetivos, a PNMC estabeleceu os planos de mitigação e adaptação a serem desenvolvidos a nível local, regional e nacional.

Em 2015, reconhecendo a importância sobre as consequências das mudanças climáticas, a ONU incluiu no plano de ação da Agenda 2030, dentre os seus 17 Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS), o ODS 13, que visa “Tomar medidas urgentes para combater a mudança climática e seus impactos”, prevendo, dentre suas metas, o reforço à resiliência e à capacidade de adaptação a riscos relacionados ao clima e às catástrofes naturais (13.1) e a integração das medidas da mudança do clima nas políticas, estratégias e planejamentos nacionais (13.2).

Ainda em 2015, no município de Paris / França, foi aprovado pelos 195 países participantes o “Acordo de Paris” durante a 21ª Conferência das Partes sobre o Clima da ONU (COP-21, do inglês *Conference of the Parties*), com o objetivo central de fortalecer a resposta global à ameaça da mudança do clima e de reforçar a capacidade dos países para lidar com os impactos decorrentes dessas mudanças. O compromisso principal do Acordo de Paris é o objetivo final de manter o aumento da temperatura média global em menos de 2 °C acima dos níveis pré-industriais e de envidar esforços para limitar o aumento da temperatura a 1,5 °C acima dos níveis pré-industriais.

O progresso global na redução das emissões de gases de efeito estufa não pode ser realizado sem uma intervenção eficaz no setor de transportes, e para impulsionar o progresso em direção aos objetivos do Acordo de Paris e da Agenda 2030, a redução das

emissões de gases de efeito estufa e o avanço da adaptação ao clima devem ser priorizados.

Se por um lado o setor de transporte é um dos principais contribuintes para as mudanças climáticas por meio de emissões de gases de efeito estufa (GEE), por outro, os impactos das mudanças climáticas, como aumento da temperatura, aumento do nível do mar e eventos climáticos mais extremos, podem ter um impacto significativo na infraestrutura de transporte. Dessa forma, as estratégias para reduzir e gerenciar os riscos das mudanças climáticas no setor de transporte requer a atuação em duas frentes distintas: *Mitigação e Adaptação*, que devem ser tratadas de forma complementar. Essas duas abordagens se constituem como conjuntos de estratégias para que agências de transporte possam lidar com as mudanças climáticas no seu escopo de atuação.

AASHTO (2009) defende que as ações práticas dessas abordagens são, em sua maioria, independentes, e requer a compreensão individual dos principais desafios envolvidos, estudos de cenários, definição de estratégias, previsão de custos e benefícios e planos de ação. Em poucos casos, há sobreposição das estratégias. Segundo IPCC (2014), um fator-chave na integração da *mitigação e adaptação* das mudanças climáticas na gestão sustentável de riscos é entender os processos de tomada de decisão em diferentes escalas, visto que a distribuição de custos e benefícios de mitigação e adaptação é diferente. Por exemplo, os benefícios de mitigação são mais globais, enquanto os benefícios de adaptação são geralmente mais localizados.

A *mitigação* à mudança climática no transporte consiste na adoção de medidas para evitar ou reduzir as emissões de GEE, que pode ser por meio da implementação de políticas ou instrumentos que fomentem mudanças nos processos produtivos e no setor energético, com a adoção de tecnologias mais limpas e eficientes. De modo geral, as medidas de mitigação de GEE são essencialmente relacionadas à economia de combustível ou outras economias de energia. Seguindo o consenso científico sobre a necessidade de reduções de emissões de GEE, deve haver um esforço em direção à “descarbonização” de sistemas de transporte (AASHTO, 2009), desde os veículos e combustíveis que movem pessoas e cargas até os processos que envolvem a construção e manutenção de infraestrutura.

Com relação à mitigação, o setor automobilístico merece atenção. De acordo com o Plano Nacional de Energia 2050 (PNE), o uso de veículos automotivos ainda será prática predominante no País nas próximas décadas. “Como resultado do cenário de vendas de veículos leves, estima-se que a frota de veículos leves em 2050 atinja cerca de 130 milhões de unidades, valor que inclui veículos individuais e comerciais leves” (EPE, 2014), o que significa um aumento de aproximadamente três vezes a quantidade atual. Essas projeções mostram a urgência na adoção estratégias de mitigação com foco direcionado à redução da intensidade de emissões deste setor, como, por exemplo, enfoques na frota de veículos automotivos, nos combustíveis utilizados e em políticas públicas de mobilidade urbana e de transporte de cargas.

Reduzir a intensidade de emissões de GEE por meio de políticas de mobilidade consiste, principalmente, no oferecimento de infraestrutura para a circulação de pessoas e cargas de forma mais carbono-eficiente, podendo abranger dois tipos de abordagens: (i) aquelas que focam em trazer melhorias para a infraestrutura e o uso dos modais de transporte de alta intensidade; ou (ii) que visem uma transferência para modais de baixa intensidade de emissões (GVces, 2015). Quando aplicadas ao modal rodoviário, a primeira contem ações que visam melhorias na malha rodoviária, na fluidez do tráfego e/ou no comportamento de motoristas e, a segunda, visa reduzir o predomínio do modal rodoviário na matriz de transportes brasileira, diversificando outras modalidades com maior eficiência energética.

Por outro lado, as agências de transporte devem se preparar para as incertas e inevitáveis alterações climáticas num futuro próximo. Essa preparação requer a *adaptação* dos sistemas de transporte, “adaptando-se às mudanças futuras nas realidades físicas sob as quais o sistema de transporte deve continuar a executar” (AASHTO, 2009). A FHWA (2008, apud AASHTO, 2009) definiu a adaptação nos transportes como “Ações de indivíduos ou sistemas para evitar, resistir ou aproveitar as mudanças e impactos climáticos atuais e projetados. A adaptação diminui a vulnerabilidade de um sistema ou aumenta sua resiliência a impactos.”

As alternativas de *mitigação* ou estratégias potenciais para reduzir as emissões de GEE, diretas e indiretas, comumente encontradas na literatura aplicáveis ao setor de transporte podem ser distribuídas da seguinte forma:

- *Redução na demanda de transporte* - evitando viagens desnecessárias ou sempre que possível. Por exemplo: fazer compras pela internet, reestruturar sistemas logísticos de frete e utilizar tecnologias avançadas de informação e comunicação, encurtar distâncias de viagem com a compactação e densificação urbana e o zoneamento misto das cidades. Estratégias de preços, quando apoiadas por políticas educacionais, podem ajudar a reduzir a demanda de viagens por veículos motorizados individuais e aumentar a demanda por veículos mais eficientes e induzir uma mudança para modos de baixo carbono, quando disponível.
- *Eficiência energética (Unidade de Energia/passageiro-km)* – aumentar o desempenho dos veículos motorizados por quaisquer vias (terrestres, marítimas ou aéreas) e dos motores pelos fabricantes, em termos de consumo de combustíveis ou energéticos, utilizando materiais leves, otimizando as operações e a logística (especialmente para movimentos de frete), aumentando taxas de ocupação de passageiros, implantando novas tecnologias nos veículos (eletrificação), incentivando a pesquisa e o desenvolvimento no aumento na eficiência energética com adoção de tecnologias mais limpas, etc.
- *Fontes de energia de transporte de baixo carbono (CO₂eq/energia)* – consiste em aprimorar tecnologias e priorizar o uso de combustíveis com baixo teor de carbono, substituindo os produtos à base de petróleo por gás natural, biometano ou biocombustíveis (etanol, biodiesel), eletricidade (em curto e médio prazo) ou

hidrogênio (em longo prazo) produzidos a partir de fontes de energia renovável ou outras tecnologias de baixo carbono.

- *Sistemas de transporte de baixo carbono e integração do transporte com o uso do solo* – priorizar investimentos e o uso de sistema de transporte mais eficientes e de baixo carbono em detrimento aos veículos motorizados individuais contribui para emitir menos GEE por km/passageiro, como transportes coletivos e não motorizados (caminhadas e ciclovias). Tais ações podem ser incentivadas pelo planejamento urbano, com um uso do solo urbano mais denso e compacto, e pelo desenvolvimento de uma infraestrutura segura e eficiente.
- *Eficiência e otimização de sistema de transporte existente* – consiste no uso de tecnologias (como tecnologia de sistema de transporte inteligente e sua ampla aplicação), em investimentos em gargalos e locais com maior potencial para reduzir o congestionamento, gerenciamento de demanda de tráfego, e modificação de estradas, aeroportos, portos e ferrovias, para se tornarem mais atraentes aos usuários e minimizar o tempo de viagem e/ou as distâncias. Há ainda as políticas de redução de carbono relacionadas ao comportamento dos condutores (limitar de velocidade, evitar marcha lenta e partidas rápidas, evitar uso desnecessário de ar condicionado e incentivar a direção ecológica no geral).
- *Práticas de construção e manutenção de infraestrutura, fabricação de veículos e fornecimento de combustíveis*, priorizando a utilização de materiais com baixo teor de carbono, fazendo a gestão adequada dos resíduos, promovendo o reflorestamento, reduzindo a supressão vegetal, etc.

Tais estratégias de mitigação das alterações climáticas no setor dos transportes podem resultar em muitos co-benefícios, tendo como mais expressivos os seguintes: redução no tráfego, saúde associada à qualidade do ar e segurança energética. Todavia, a concretização e implementação dessas estratégias depende do contexto regional e institucional, em termos da sua viabilidade econômica, social e política, bem como do acesso e desenvolvimento de tecnologias.

Considerando a predominância da infraestrutura rodoviária, cuja mudança de modal pode ser inviável em curto e médio prazo, apoiar as tecnologias avançadas de veículos e dos combustíveis, os sistemas inteligentes, a conscientização dos motoristas, complementados por um planejamento urbano sustentável, parecem ser bastantes razoáveis para alcançar resultados positivos. Para o transporte de cargas, é importante avançar com políticas fiscais e regulatórias para incentivar empresas a reduzir a intensidade de carbono de seus sistemas logísticos.

Apesar de uma série de possibilidades para a redução da emissão de carbono, a relação custo-eficácia entre as diferentes medidas tende a ser mais precisa para determinar a *eficiência energética* e as *fontes de energia de transporte de baixo carbono*, em função da maior facilidade de mensuração e por estar menos susceptível às diferenças regionais e das suas condições.

As agências de transporte têm atuação limitada na implementação de medidas para mitigação da emissão de GEE, exigindo, muitas vezes, que as medidas sejam amparadas por políticas mais abrangentes. Como estratégia das agências para ações de *mitigação*, há a possibilidade de melhorar a integração com os demais setores que são mais vulneráveis aos impactos das mudanças climáticas a nível local, como por exemplo a área da saúde, que se beneficia com a redução da emissão de poluentes atmosféricos e da poluição sonora; com o governo, que pode reduzir a cobrança de impostos de práticas tecnológicas e sustentáveis que mitiguem a emissão de GEE, entre outros.

De acordo com IPCC (2014), reduzir as emissões globais de GEE do transporte será um desafio, já que o crescimento contínuo da atividade de passageiros e carga pode superar todas as medidas de mitigação, a menos que as emissões possam ser fortemente desacopladas do crescimento do PIB. Complementarmente, os autores lembram que as barreiras para descarbonização de transportes para todos os modos diferem entre as regiões, sendo que as barreiras financeiras, institucionais, culturais e legais acabam limitando a adoção de tecnologia de baixo carbono e a mudança comportamental.

Como as ações de *mitigação* por redução de emissões de GEE não são adequadamente gerenciadas pelas agências de transporte e podem levar muito tempo para alcançar resultados positivos, a *adaptação* aos impactos das mudanças climáticas, em alguns casos, pode ser a única resposta possível e viável para enfrentar o problema. AASHTO (2009) comenta que o artigo do Conselho de Pesquisa de Transporte de Henry Schwartz - Impactos das Mudanças Climáticas nos Transportes dos EUA - descreve várias áreas de adaptação às mudanças climáticas que afetam as agências de transporte: (a) elevação do nível do mar (inundações e impacto de infraestrutura, evacuação, erosão de infraestrutura); (b) aumento na frequência de fortes furacões (serviço aéreo e evacuação, impactos portuários e portuários); (c) aumento em eventos de precipitação intensa (interrupções de tráfego e atrasos de companhias aéreas, inundações); e (d) aumento na frequência de dias quentes (expansão térmica de materiais rodoviários, redução de horas de produtividade de construção e atrasos de construção).

De modo geral, as possíveis alternativas para a *adaptação* aos impactos da mudança climática incluem:

- *Adequação em infraestrutura* - projetar infraestrutura em cota compatível com eventual aumento do nível do mar ou de acúmulos de água; projetar sistema de drenagem para precipitações extremas; prever proteção contra corridas de massa e inundações; etc.
- *Planejamento estratégico* - planejar infraestrutura de transporte a longo prazo que considere os efeitos das mudanças climáticas.
- *Retrofit e redesenho* - Redesenhar as instalações de transporte para suportar e operar em eventos climáticos extremos, incluindo rotas de evacuação.
- *Pesquisa* - Realizar pesquisas de adaptação, incluindo o mapeamento de infraestrutura vulneráveis, entre outras.

As estratégias para *adaptação* a serem implantadas a curto, médio e longo prazo devem ser baseadas na vulnerabilidade e nos riscos relacionados aos potenciais efeitos, diretos e indiretos, das mudanças climáticas sobre os sistemas de transporte, garantindo que sejam implementadas as medidas de adaptação necessárias. Porém, não é tarefa fácil. É possível que inúmeras barreiras ambientais, econômicas, sociais e culturais possam inviabilizar a adoção das medidas de adaptação e, portanto, precisam ser enfrentadas.

Os custos com investimentos para *mitigação* e *adaptação* às mudanças climáticas no setor de transporte são, geralmente, muito elevados, consistindo em barreiras significativas para a efetiva implementação. Contudo, muitos pesquisadores sugerem que esses investimentos podem ser superados em parte pela redução dos custos marginais resultante das medidas implementadas. Como exemplo, podem ser citados os investimentos em infraestruturas, que inicialmente podem parecer caros, mas, se integrado ao planejamento urbano sustentável e demais políticas relacionadas, podem compensar parte ou a totalidade dos custos da mitigação com os co-benefícios relacionados à melhoria da saúde e acessibilidade, entre outros.

Em função da considerável subjetividade que envolve o tema, há grandes desafios para os processos de planejamento e gerenciamento praticados pelas agências no Brasil visando a redução da emissão de GEE e a adaptação dos sistemas de transporte, sobretudo, pela cultura rodoviarista predominante, do baixo investimento em tecnologia e dos custos necessários para a adaptação de infraestruturas.

Contudo, com uma abrangência ainda deficiente em infraestrutura no País, há oportunidades para mudanças estruturais que prevejam sistemas de transporte de baixo carbono. Enquanto mudanças estruturais não são realizadas, pode-se avançar no desenvolvimento contínuo de políticas que incorporem uma combinação de projetos e adequação de infraestruturas, avanços tecnológicos e programas de conscientização envolvendo mudanças comportamentais, a fim de alcançar resultados positivos para o cenário das mudanças climáticas.

2.3.5 Poluição do Ar

As regiões metropolitanas enfrentam, periodicamente, episódios críticos de poluição do ar. Essa poluição é decorrente, principalmente, das emissões de veículos automotores que circulam pelas vias urbanas, em grande quantidade, como o principal meio de transporte. A sucessão de políticas urbanas que privilegiam as grandes obras viárias e o transporte veicular, sem investimentos em transporte de massas (metrô e trens urbanos), os veículos automotores passaram a constituir a principal fonte de deterioração da qualidade do ar. Em função das condições físicas, as regiões metropolitanas têm o agravante de dificultar a dispersão de poluentes e expor muitas pessoas, em função do excesso de prédios e da concentração de moradias.

O uso de combustíveis fósseis pelo sistema de transporte rodoviário está entre os principais responsáveis pela má qualidade do ar nas cidades, além de ser um dos principais contribuintes dos gases de efeito estufa.

O problema da poluição atmosférica é grave. A gravidade do problema se expressa por meio dos prejuízos à saúde da população, especialmente das pessoas mais vulneráveis, como idosos e crianças. A poluição do ar está associada a doenças respiratórias e cardiovasculares com óbitos, tais como: isquemia (doença cardíaca); derrame; doença pulmonar crônica; câncer de pulmão; e infecções respiratórias etc.

Os carros a álcool e a gasolina são importantes emissores de monóxido de carbono (CO), óxido de nitrogênio (NOx) e hidrocarbonetos (HC), enquanto os veículos com motor de ciclo diesel, em especial os caminhões e ônibus, são importantes emissores de óxidos de nitrogênio (NOx) e material particulado (fuligem), e, em menor grau, de monóxido de carbono (CO) e hidrocarbonetos (HC). Os óxidos de nitrogênio têm importância singular, pois, além de possíveis efeitos diretos, contribuem para formação do Ozônio na troposfera por fotólise. São também causadores da formação da deposição ácida (ou mais comum, a chuva ácida).

Os padrões de qualidade do ar no Brasil são estabelecidos pela Lei Federal nº 8.028/90, com o Decreto Federal nº 99.274/90 e a Resolução CONAMA nº 03/90, ampliando o número de parâmetros anteriormente regulamentados pela Portaria GM nº 231/76.

2.3.6 Desenvolvimento Urbano e o Uso do Solo

As condições de transporte aparecem como fator decisivo na estruturação do espaço urbano (VILLAÇA, 2001). No Brasil houve diversos planos de integração do território ao longo da história, mas foi o setor rodoviário, a partir da década de 1950, que ganhou mais destaque entre os demais modos de transporte. Os outros modos de transporte, praticamente sem investimento, pouco se ampliaram durante este tempo. O transporte de cargas e passageiros passou a ser realizado cada vez mais por rodovia, por incentivo do governo de Juscelino Kubitschek, favorecendo a indústria automobilística que passou a se instalar no País e se constituindo como elemento alavancador do processo de integração e desenvolvimento do país. Por um lado, favoreceu a integração territorial e a dinamização da economia do País, inserindo o Brasil no mercado internacional, por outro lado, tem provocado impactos negativos ao meio ambiente e degradação crescente na qualidade de vida urbana relacionados à circulação viária.

Desde então, conforme observado por Vasconcellos (1996), privilegiar a circulação de automóveis passou a ditar a tônica dos planejamentos territoriais urbanos: as cidades começavam a ser pensadas e construídas para os automóveis. No longo prazo, essa priorização tem se demonstrado ineficiente, especialmente em regiões

metropolitanas, trazendo consequências negativas para a forma urbana e resultando em territórios cada vez mais distantes fisicamente (e socialmente), com um tecido urbano fragmentado, desconectado e disperso.

A expansão do sistema viário para atender à fluidez para o automóvel, além de consumir espaços territoriais urbanos, promove um padrão de crescimento desordenado, o espraiamento urbano e um processo de suburbanização nas áreas periféricas, e uma menor vinculação do uso do solo à acessibilidade estrutural por meios coletivos. À medida em que se aumenta a expansão urbana para áreas periféricas, aumentam-se as distâncias de deslocamentos em massa, especialmente em direção aos grandes centros empresariais, dificultando-se a ampliação de infraestruturas e serviços de transporte com capacidade adequada.

A suburbanização e a periferação, por sua vez, produzem estruturas de assentamento espacialmente difusas e funcionalmente segregadas na maioria das metrópoles brasileiras, levando à consolidação de um processo de exclusão social e de segregação espacial. O planejamento de transportes incentivou a expansão geográfica ao invés de melhorar a infraestrutura existente para acomodar áreas com maiores concentrações demográficas, levando à descentralização das cidades ou à sua expansão, e, conseqüentemente, criando barreiras para grupos desfavorecidos terem acesso igualitário a cuidados de saúde, habitação a preços acessíveis e oportunidades econômicas.

Uma cidade fragmentada e dispersa tende a consumir mais energia e ter custos mais elevados com redes de infraestrutura (água, eletricidade, telefonia, infraestrutura de transporte) e com serviços públicos. Esta forma de ocupação leva ao desperdício do solo urbano e ao aumento dos custos de infraestrutura e dos serviços urbanos, além do consumo de energia e, conseqüentemente, a poluição do ar causada pela utilização de transporte motorizado. Uma metrópole espraiada e dispersa significa maior tempo de deslocamento de seus habitantes, maior tráfego de veículos e maior movimento pendular entre o local de moradia e o local de trabalho (LENCIONI, 2008).

Essa tendência contínua desses padrões de crescimento urbano dissociados à política de transportes causa o consumo irracional de recursos naturais e de terra pela urbanização, além do aumento nos volumes de tráfego, que resulta em maior gasto de tempo e combustíveis (sendo os fósseis não-renováveis os mais prejudiciais) no trânsito congestionado, aumento do número de acidentes e lesões nas vias urbanas e poluição atmosférica, sonora e emissão de gases de efeito estufa (GEE), refletindo nos baixos índices de qualidade de vida da população.

Essa forma de crescimento urbano geralmente acontece de forma contraditória ao conceito de desenvolvimento urbano sustentável, embora este conceito seja direto ou indiretamente abordado em muitas das políticas urbanas e ambientais relevantes. Contudo, para resolver os problemas de congestionamento, adota-se, tradicionalmente, soluções na engenharia de tráfego e rodoviária ou na prestação do serviço de transporte,

ignorando a forma como as cidades se desenvolvem e o planejamento do uso do solo integrado ao sistema de transporte.

Tal fato demonstra que a ausência de uma política sustentável para o transporte urbano está diretamente relacionada com a falta de qualidade do planejamento urbano praticado na cidade (MAGLIO e PHILIPPI JR., 2018). Enquanto houver uma expansão urbana sem planejamento de transporte, haverá uso desnecessário e dispendioso de recursos naturais associado à ineficiência energética.

Identifica-se, portanto, uma relação em que o uso do solo influencia o transporte, assim como o transporte influencia o uso do solo. Lautso et al. (2004) apresentam, no relatório PROPOLIS, algumas questões teóricas e estudos empíricos que procuram entender as interações entre Transporte e Uso do Solo. Segundo os autores, o impacto do Transporte sobre o Uso do Solo é obtido a partir de uma mudança na acessibilidade a uma localização. Uma melhor acessibilidade aumenta a atratividade para localização de todo o tipo de atividades, influenciando assim, a direção de um novo desenvolvimento urbano. Se, porém, a acessibilidade cresce em toda a cidade, isto resulta numa maior dispersão da estrutura urbana.

Os efeitos das atuais medidas de uso do solo e urbanismo na demanda de viagens são de longo prazo. Isso significa que as medidas de planejamento do uso do solo estabelecem os padrões de mobilidade urbana por gerações. Logo, novas infraestruturas de transportes têm implicações ligadas ao uso do solo e aos requisitos de energia e, portanto, devem ser planejadas de forma estratégica e integrada. Segundo Meyer e Miller (1984), a interação entre transporte e uso do solo é fundamentalmente importante para o planejamento e deveria representar o ponto de partida para as análises de políticas de transporte.

De acordo com WRI (2018), o qual apresenta um guia para inclusão do Desenvolvimento Orientado ao Transporte Sustentável (DOTS) no planejamento urbano, para atingir um desenvolvimento urbano sustentável, as cidades precisam reverter o atual modelo de crescimento 3D (distante, disperso e desconectado) para o modelo 3C (compacto, conectado e coordenado), visto que as cidades 3D levam a maiores deslocamentos diários, maiores índices de poluição, queda na qualidade de vida em geral e atingem principalmente os mais pobres, uma vez que apresentam configurações urbanas **distante**, com territórios periféricos muito afastados do centro; **dispersa**, com núcleos urbanos espalhados em todo o território; e **desconectada**, com núcleos urbanos não muito bem conectados aos demais núcleos e ao centro da cidade. Assim, estabelece os seguintes princípios para se chegar a esse modelo:

- **Princípio Territorial 1 - O Crescimento Urbano Compacto:** relacionado à contenção da dispersão urbana, à regulação do perímetro urbano e aos incentivos à densificação em áreas que possuem infraestrutura, como áreas próximas aos sistemas de transporte coletivo. Tem como base principal a regulação do adensamento populacional e construtivo ao longo dos eixos de transporte coletivo,

a diversificação do padrão social e o controle do perímetro urbano, otimizando o território com disponibilidade de infraestrutura.

- **Princípio Territorial 2 - Centralidades e Infraestruturas Conectadas:** Relacionado à redução da necessidade de deslocamentos motorizados, incentivando o uso misto, aproximando as áreas de moradia e emprego e equilibrando a distribuição das atividades no território. Esse princípio incentiva, ainda, a criação de centralidades, conectadas através de um eficiente sistema de transporte coletivo. Tem como base aumentar a eficiência no uso das infraestruturas urbanas e reduzir a necessidade de deslocamentos, através da mescla de usos em toda a área urbana, da criação de centralidades (território policêntricos) e da estruturação de um sistema de infraestruturas de transporte com atendimento à totalidade do território.
- **Princípio Territorial 3 - A Gestão Coordenada:** Relacionado à gestão eficiente do território urbano, principalmente as diretrizes vinculadas à gestão social da valorização da terra urbana. Além disso, apresenta normativas para otimização da infraestrutura existente no território urbano. A gestão social da valorização da terra tem como objetivo fazer com que parte da valorização imobiliária gerada pela implantação de infraestruturas e pelo aumento da densidade, do potencial construtivo e das atividades na área, seja revertido em melhorias à coletividade via normas urbanísticas. Ao mesmo tempo, devem-se explorar medidas de indução do desenvolvimento econômico e imobiliário junto às áreas de infraestrutura nos territórios prioritários para o desenvolvimento urbano, considerando também a articulação com outros planos setoriais existentes ou em elaboração.

Há, portanto, um amplo consenso sobre a necessidade de integração entre o planejamento dos transportes e o planejamento e gestão urbanos para uma Cidade Sustentável, tendo como princípios básicos a concentração descentralizada (estrutura policêntrica), uma mistura equilibrada de diferentes usos do solo (uso misto) e uma estrutura urbana compacta que implica curtas distâncias. Tornar as cidades mais compactas, conectadas e eficientes pode gerar melhorias sustentadas na produtividade urbana e uma ampla gama de benefícios econômicos, sociais e ambientais (NCE, 2015).

Uma cidade compacta e com uso misto e vertical do solo estimula modos alternativos de transporte e diferentes padrões de uso da terra, contribuindo para a redução no número de viagens de automóvel e uma diminuição nos quilômetros totais percorridos pelos veículos. As bicicletas e outros modos de transporte não-motorizados devem ser integrados em sistemas urbanos, que atualmente estão voltados apenas para as necessidades, características e dimensões dos automóveis. Esses modos são menores, mais eficientes energeticamente e ambientalmente mais adequado do que os automóveis particulares, com alta eficácia para curtas distâncias.

Percebe-se então que cada vez mais estudos e práticas defendem a abordagem do uso do solo e do desenvolvimento urbano integrados aos sistemas de transporte, com estratégias de planejamento dos padrões urbanos priorizando os requisitos de modos de transporte sustentáveis, como os transportes público e não-motorizado no espaço urbano. É necessário também entender o transporte como elemento indutor do desenvolvimento e da expansão urbana, e que desempenha um papel fundamental na estruturação do espaço urbano, principalmente no que se refere à orientação da construção de espaços definida pelo mercado imobiliário. Dessa forma, constata-se que as políticas de transporte e urbanas são indissociáveis e, portanto, a integração é imperativa.

É importante ter cautela na adoção de políticas estratégicas que afetem tão significativamente as dinâmicas de ocupação e organização do território, como aquelas relacionadas à mobilidade urbana e transportes, quando o protagonista principal são órgãos de caráter setorial. Quando um órgão setorial se torna o único protagonista de uma política pública mais ampla (que envolve múltiplos temas), certamente haverá limitações à discussão de questões mais abrangentes e interdisciplinares que, por natureza, não são parte do escopo de sua atuação técnica-operacional.

Em outras palavras, a sustentabilidade urbana em sistemas de transporte não pode ser exclusivamente tratada e avaliada por decisores ligados às agências de transporte. É importante que os tomadores de decisão considerem a sustentabilidade do sistema de transporte juntamente com questões mais amplas relacionadas à região onde o mesmo estará inserido. A sustentabilidade, por sua natureza, não deve ser considerada como resultados provenientes de projetos isolados, mas sim como resultados decorrentes de esforços duradouros e interações complexas entre as políticas correlacionadas.

Para esses casos, órgãos de gestão de âmbito regional (ou metropolitano) possuem uma visão mais holística das diversas temáticas envolvidas em determinadas políticas. Assim, a partir de um planejamento e da definição de diretrizes estratégicas gerais pelo órgão de gestão responsável, cada órgão de caráter setorial, em especial aqueles cujas ações afetam diretamente a organização territorial, poderá desenvolver seus projetos em conformidade com essas diretrizes. Ou seja, uma política de transporte e mobilidade em regiões metropolitanas deve ser parte de um plano estratégico maior de organização do território.

A integração de políticas de uso e ocupação do solo urbano com políticas de transporte, utilizando-se de uma abordagem multidisciplinar que combina aspectos urbanísticos, ambientais, sociais e de engenharia de transporte, certamente é o caminho para contribuir para o desenvolvimento urbano de forma sustentável.

2.3.7 A Participação Social

A participação social, enquanto um princípio democrático, foi consagrada com a Constituição Federal de 1988, resultado do clamor de diversas lutas sociais. A participação do cidadão figura como princípio fundamental declarado no art. 1º, § único da Constituição da República Federativa do Brasil de 1988 - *Todo poder emana do povo que o exerce por meio de representantes eleitos ou diretamente nos termos desta Constituição*. Diversos outros artigos da CF tratam da participação direta dos cidadãos no exercício do poder, mas é no art. 225, que se estabelece, além do poder público, também à coletividade o dever pela defesa e preservação do meio ambiente, para as presentes e futuras gerações. Antes mesmo de ser um princípio constitucional, esse poder é reconhecido como um direito universal, introduzido na Declaração Universal dos Direitos Humanos em seu artigo XXI. 1: *“Toda pessoa tem o direito de tomar parte no governo de seu país, diretamente ou por intermédio de representantes livremente escolhidos”*.

O Princípio 10 da CNUMAD (1992) depreende-se que o acesso à informação é considerado como pré-requisito para a conscientização e participação social efetiva no processo decisório: *“A melhor maneira de tratar questões ambientais é assegurar a participação, no nível apropriado, de todos os cidadãos interessados. [...] Os Estados devem facilitar e estimular a conscientização e a participação pública, colocando a informação à disposição de todos”* (ONU, 1992).

Em 2015, com a publicação dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, foi incluído o Objetivo 16 – *“Promover sociedades pacíficas e inclusivas para o desenvolvimento sustentável, proporcionar o acesso à justiça para todos e construir instituições eficazes, responsáveis e inclusivas em todos os níveis”*, com destaque às metas 16.6, 16.7 e 16.10.

Não se pode afirmar que um empreendimento de transporte é sustentável se não houver a efetiva participação social. As estratégias de sustentabilidade não podem ignorar a participação popular. Promover práticas sustentáveis que efetivamente vão atender aos anseios da comunidade, é parte importante do relacionamento de um empreendimento com a população, especialmente das comunidades afetadas.

Para Litman e Burwell (2006), a sustentabilidade sugere que o envolvimento do público é cada vez mais importante porque:

- pode resultar em decisões que reflitam com mais precisão os valores da comunidade, dando às pessoas mais oportunidades de afetar as decisões;
- pode contribuir para decisões de transporte mais justas, dando aos grupos desfavorecidos maior envolvimento nas decisões que os afetam;
- pode criar mais suporte público para políticas que exigem mudanças de comportamento ou sacrifícios em uma comunidade.

Os princípios fundamentais pelos quais se devem pautar o processo de envolvimento público são apresentados por UNEP (2002), conforme segue:

- *Inclusivo* - cobrindo todas as partes interessadas;
- *Aberto e transparente* - etapas e atividades são compreendidas;
- *Relevante* - focada nas questões que importam;
- *Justo* - conduzido de forma imparcial e sem preconceito em relação a quaisquer partes interessadas;
- *Responsivo* - aos requisitos e insumos das partes interessadas;
- *Credível* - constrói confiança e confiança.

O envolvimento da comunidade afetada em empreendimentos de transporte contribui favoravelmente para a consolidação do processo de avaliação e o encontro de soluções viáveis, justas e democráticas no tratamento dos impactos, tendo em vista que são as pessoas da localidade que vivenciam o espaço urbano e o ambiente em que um novo empreendimento será inserido. Assim, envolver as comunidades impactadas no processo decisório, tornando-as protagonistas de seu próprio destino, constitui-se em fator preponderante para assegurar um empreendimento de transporte sustentável.

O conhecimento dos interesses e valores sociais e culturais da comunidade afetada facilita o desenvolvimento de estratégias para controlar e minimizar os impactos negativos e os riscos a níveis aceitáveis. O fato de haver participação social durante o desenvolvimento de empreendimentos de transporte, unidas em organizações sociais ou não, por si só, contribui para o fornecimento de informações aos empreendedores e, portanto, pode influenciar o projeto.

Em empreendimentos de infraestrutura de transporte, cujas questões socioambientais são extremamente complexas, a participação social e a transparência dos tomadores de decisão contribuem para o conhecimento antecipado dos fatores e aspectos socioculturais e ambientais das comunidades impactadas e, conseqüentemente, permitem que medidas de controle efetivas sejam consideradas nos programas de gestão do empreendimento, com a viabilização de recursos (humanos, financeiros e materiais) em tempo hábil. Por outro lado, o envolvimento de grupos sociais nos processos decisórios gera e fortalece um sentimento de pertencimento local, bem como contribui para legitimar e resolver conflitos potenciais, colaborando para viabilizar o empreendimento perante os órgãos licenciadores, ainda que nem todos os anseios e expectativas não sejam plenamente atendidos.

Cabe destacar que a participação social não garante propostas assertivas, tampouco garante a definição das melhores alternativas, mas sim fornece informações adicionais aos tomadores de decisões que, juntamente com outras informações (técnicas, financeiras, políticas, etc.), possibilita uma análise mais abrangente do problema e pode contribuir para minimizar certas fontes de distorção e erros de avaliação, além de desperdício de tempo e de recursos financeiros.

Apesar do discurso quase universal de ampliação de espaços participativos, a prática muitas vezes se mostra desanimadora, seja por parte das instituições coordenadoras e executoras, que não dispõe de tempo, recursos e pessoal capacitado; seja por parte dos atores interessados, que muitas vezes perdem a credibilidade nos processos participativos (MALHEIROS et al., 2012).

Na prática, os métodos participativos são muitas vezes considerados pelos empreendedores como um obstáculo, pois levam tempo e geram conflitos. Contudo, quando adequadamente coordenados, as propostas tendem a conferir maior aceitação pela comunidade. E, dessa forma, os recursos gastos em um processo de participação popular eficiente podem ser recuperados, evitando-se atrasos, melhorando a qualidade das informações com maior conhecimento local e/ou criando situações que gerem benefícios para todos os participantes.

Os níveis de participação podem ser estabelecidos pelo grau de envolvimento dos públicos e a sua capacidade de influenciar a tomada de decisão, seguindo a ordem crescente de intensidade e interação apresentada no **Quadro 4**.

Quadro 4 - Níveis de envolvimento do público.

Níveis	Descrição	Características	Exemplos de instrumentos
1º Nível	Ausência de participação popular	Quando o Poder Público toma todas as decisões de forma unilateral sem nenhuma forma de interlocução com a população.	-
2º Nível	Informativo / notificação	É unidirecional, do proponente para o público, em que as informações são divulgadas e disponibilizadas para a população.	Política de comunicação para manter os cidadãos informados sobre os processos de participação por meio de comunicados, relatórios, portais de transparência, páginas oficiais das instituições, publicações, campanhas educacionais e publicitárias.
3º Nível	Consultivo	É um processo bidirecional, pelo qual a informação é transmitida para a população, que, por sua vez, encontra espaços para manifestar suas opiniões.	Ouvidorias das instituições, canais de reclamações e sugestões, fóruns de discussão (presenciais ou virtuais), <i>workshops</i> , pesquisas de opinião ou de satisfação, grupos focais, palestras, audiências e consultas públicas, plebiscitos, referendos, entre outros
4º Nível	Participativo / Deliberativo	É um processo multidirecional e colaborativo, com intercâmbio interativo entre o proponente e o público, englobando análise compartilhada e definição de agenda e o desenvolvimento de posições entendidas e acordadas sobre a proposta e seus impactos.	Conselhos de políticas públicas, comissões e conselhos setoriais, órgãos colegiados, grupos de trabalhos, processos conferencistas, fóruns temáticos, orçamentos participativos, entre outros
5º Nível	Negociação	Trata-se de discussão verbal entre o proponente e as principais partes interessadas para construir consenso e alcançar mutuamente uma resolução aceitável da questão.	Definição das medidas de mitigação e compensação dos impactos.

Fonte: Elaborado com base em UNEP (2002) e SeMob (2015).

Existem várias formas e modalidades de participação, mecanismos, canais ou instrumentos de participação aplicáveis ao setor de transporte, podendo variar quanto à sua adequação e efetividade em função da fase (políticas, planos, programas e projetos), objeto de intervenção, recorte territorial e social, entre outros.

A Política Nacional de Mobilidade Urbana (Lei nº 12.587), estabelece, no art. 14, inciso II, que é direito dos usuários do Sistema Nacional de Mobilidade Urbana, “participar do planejamento, da fiscalização e da avaliação da política local de mobilidade urbana” (BRASIL, 2012), devendo assegurar os seguintes instrumentos para participação da sociedade civil, nos termos do art. 15: órgãos colegiados, ouvidorias, audiências e consultas públicas e procedimentos sistemáticos de comunicação, de avaliação da satisfação dos cidadãos e dos usuários e de prestação de contas públicas.

Atualmente, o principal instrumento de gestão pública que garante, minimamente, a participação social em empreendimentos de infraestrutura de transporte no Brasil é o processo de licenciamento ambiental, que estabelece a obrigatoriedade através do artigo 20 da Resolução CONAMA nº 237/1997. Esta resolução tem como requisito fundamental, a elaboração do EIA/RIMA, a realização de audiência pública e a decisão pela viabilidade ambiental do projeto a partir de conselhos paritários, compostos por representantes de órgãos governamentais e da sociedade civil. Além disso, exige a elaboração do Plano Básico Ambiental, que geralmente inclui programas de comunicação social durante sua construção e operação.

Segundo UNEP (2002), na prática, o envolvimento na elaboração do EIA em grande parte corresponde ao “consultivo”; a “participação” é apropriado para muitas circunstâncias, como por exemplo, onde a população local é deslocada ou realocada como resultado do projeto; e a mediação ou “negociação” é realizada em poucos países, tendo uma terceira parte como mediadora. Contudo, as formas de envolvimento podem ser utilizadas de maneira combinada em diferentes estágios do processo de licenciamento.

2.4 PRINCIPAIS POLÍTICAS PÚBLICAS NACIONAIS APLICÁVEIS

Para Freiria (2011), a política é compreendida como um conjunto de ações ou medidas que visam realizar objetivos ou metas. Para o autor, o conceito tradicional de política pública ainda está indelevelmente associado à figura do Estado, cuja missão é implementar políticas, ou seja, realizar ações objetivando o interesse público.

As políticas públicas, após desenhadas e formuladas, desdobram-se em planos, programas, projetos, bases de dados ou sistema de informação e pesquisas. Agum et al. (2015) entende que uma política, para ser implementada, passa por fases e processos sociais e que um embate a respeito de ideias e formas de agir, por vezes, irão direcionar certas práticas políticas.

Portanto, pode-se afirmar que as políticas públicas são instrumentos potenciais para a construção de um processo de desenvolvimento urbano sustentável, podendo incluir em seus objetivos e metas a preocupação com a sustentabilidade, como a necessidade de interação entre justiça social, qualidade de vida, equilíbrio ambiental e o respeito à capacidade de suporte da cidade. Assim, são apresentados a seguir as principais políticas públicas nacionais que se relacionam diretamente com o tema desta pesquisa.

2.4.1 Políticas Urbanas e Ambientais

Diante de um cenário cada vez mais amplo da variável ambiental promovido nas convenções mundiais lideradas pela ONU, o Brasil se vê diante da necessidade de se regulamentar internamente para tratar das questões ambientais. Foi então que, em 1981, promulgou a Lei 6.938, que instituiu a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA). Embora regulamentada apenas em 1990 pelo Decreto nº 99.274, a PNMA foi responsável pela inclusão do componente ambiental na gestão das políticas públicas e decisiva inspiradora do Capítulo VI - Do Meio Ambiente na Constituição de 1988, apresentando diretrizes, conceitos e instrumentos para a sua aplicação e cumprimento, com vistas a promoção da preservação e a recuperação da qualidade ambiental.

A Constituição Federal de 1988 foi um marco importante para o avanço da política ambiental brasileira, dedicando um capítulo específico sobre o meio ambiente que institucionalizou “o direito ao ambiente sadio como um direito fundamental do indivíduo”. Interessante observar que a PNMA, editada pela Lei nº 6.938/1981, foi recepcionada integralmente pela Constituição Federal de 1988, após aproximadamente sete anos da sua promulgação.

Com o artigo 23 da CF, que estabeleceu a competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, os municípios conquistaram a competência administrativa do exercício do poder em âmbito local, portanto, conferindo-lhes o poder de administrar os bens ambientais. Com isso, as questões urbanas e ambientais passam a ser tratadas de forma mais integrada na escala local, apesar dos inúmeros desafios que as municipalidades ainda precisam enfrentar para poder colocar em prática suas atribuições.

A CF de 1988 propiciou a organização de uma ordem legal urbana que configurou o direito urbanístico brasileiro, conferindo ao Município, por meio dos artigos 30 e 182, um papel preponderante na promoção das políticas de desenvolvimento urbano, no planejamento e ordenamento de uso e ocupação de seu território (urbano e rural), e na promoção de políticas públicas.

A Política Urbana, ou política de desenvolvimento urbano, é tratada no Capítulo II do Título VII – Da Ordem Econômica e Financeira da CF de 1988, artigos 182 e 183. Ao mencionar a garantia do bem-estar dos habitantes da cidade, o art. 182 remete ao caput do art. 225 da CF, mostrando que o modelo de desenvolvimento a ser promovido pela

Política Urbana Brasileira, ainda que de forma implícita, é baseado no *desenvolvimento urbano sustentável*, pautado pelo equilíbrio entre crescimento econômico, inclusão social e preservação ambiental e pelo princípio da intergeracionalidade.

Os artigos 182 e 183 da CF foram regulamentados pela Lei nº 10.257, aprovada em 10 de julho de 2001, denominada Estatuto da Cidade, que representou um passo importante na busca de cidades mais sustentáveis. O Estatuto da Cidade editou as normas gerais voltadas à política urbana estabelecendo normas sobre planejamento urbano, diretrizes, princípios, instrumentos, competências e sanções. Essa lei federal estabeleceu exigências para elaboração do Plano Diretor, o qual é o instrumento central da política urbana, constituindo a base para aplicação dos instrumentos urbanísticos, jurídicos e tributários estabelecidos no Estatuto da Cidade.

A política de desenvolvimento urbano passa a ser assumida como uma questão estratégica pelo governo federal, especialmente a partir da criação do Ministério das Cidades, em 2003, buscando-se, no seu desenho, a articulação de todas as políticas setoriais em âmbito nacional. Vale citar algumas das principais leis nacionais suportadas pela Política Urbana e Ambiental do Brasil:

Quadro 5 – Políticas Nacionais Urbanas e Ambientais.

Leis Federais	Disposições
6.766/1979	Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano
7.661/1988	Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro
9.433/1997	Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
9.605/1998	Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente
9.985/2000	Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza
10.048/2000; 10.098/2000	Definem o marco regulatório para a promoção da acessibilidade das pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida
10.257/2001	Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal e estabelece diretrizes gerais da política urbana
11.124/2005	Dispõe sobre o Sistema Nacional de Habitação de Interesse Social (SNHIS), cria o Fundo Nacional de Habitação de Interesse Social (FNHIS) e institui o Conselho Gestor do FNHIS
11.445/2007	Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a política federal de saneamento básico
11.481/2007	Prevê medidas voltadas à regularização fundiária de interesse social em imóveis da União
11.952/2009	Dispõe sobre a regularização fundiária das ocupações incidentes em terras situadas em áreas da União, no âmbito da Amazônia Legal
11.977/2009	Dispõe sobre o Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV) e a regularização fundiária de assentamentos localizados em áreas urbanas
12.187/2009	Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC
12.305/2010	Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos
12.424/2011	Altera a Lei nº 11.977, de 7 de julho de 2009, que dispõe sobre o Programa Minha Casa, Minha Vida - PMCMV e a regularização fundiária de assentamentos localizados em áreas urbanas

12.587/2012	Institui a Política Nacional de Mobilidade Urbana;
12.608/2012	Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC; dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil - SINPDEC e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil - CONPDEC; autoriza a criação de sistema de informações e monitoramento de desastres
12.651/2012	Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa, contemplando a regularização fundiária de assentamentos urbanos em áreas de preservação permanente (APPs)
13.089/2015	Institui o Estatuto da Metrópole

Nota-se, portanto, esforços legislativos nos últimos anos, no sentido de incorporar políticas setoriais a temas prioritários na problemática urbana.

Para efetivar políticas territoriais, a governança urbana avançou com a aprovação da Lei de Consórcios Públicos (Lei Federal nº 11.107/2005) e sua respectiva regulamentação (Decreto Federal nº 6.017/2007), que instituíram novas formas de cooperação entre os entes federativos, ampliando as possibilidades de arranjos institucionais. Apesar dos avanços na governança local, determinados assuntos devem ser tratados na escala regional, que supere os limites físicos e políticos de cada município, com a implantação de ações de cooperação e de integração, que oriente os planos diretores a alcançar objetivos comuns e regionais.

Para que as cidades integrantes de regiões metropolitanas brasileiras avancem no sentido da sustentabilidade, é necessário avançar na reformulação das políticas públicas de intervenção no território metropolitano. Um avanço importante foi a promulgação da Lei Federal nº 13.089/2015, que instituiu o Estatuto da Metrópole, aprovado 14 anos depois do Estatuto da Cidade com a pretensão de responder, por meio da regulação supramunicipal, aos problemas resultantes da interação entre os municípios metropolitanos.

O Estatuto da Metrópole inova à medida que estabelece, no seu Art. 3º, a governança interfederativa que busca integrar a organização, o planejamento e a execução de *funções públicas de interesse comum*, que consiste em “política pública ou ação nela inserida cuja realização, por parte de um Município isoladamente, seja inviável ou cause impacto em Municípios limítrofes” (BRASIL, 2015).

No Capítulo IV, art. 9, a Lei trata dos instrumentos de desenvolvimento urbano integrado, quais sejam: plano de desenvolvimento urbano integrado - PDUI, planos setoriais interfederativos, fundos públicos, operações urbanas consorciadas interfederativas, consórcios públicos, convênios de cooperação, contratos de gestão e parcerias público-privadas interfederativas. Dentre eles, destaca-se o PDUI, um “instrumento que estabelece, com base em processo permanente de planejamento, viabilização econômico-financeira e gestão, as diretrizes para o desenvolvimento territorial estratégico e os projetos estruturantes da região metropolitana e aglomeração urbana” (BRASIL, 2015).

Giatti et al. (2018) destacam alguns desafios para a implantação do Estatuto. Para os autores, um dos desafios a ser enfrentado pelos municípios é a construção daquilo que se entende por *interesse comum* entre os municípios integrantes da região metropolitana, em torno da qual acontecerá a gestão interfederativa. Não basta somar as demandas de cada um dos municípios, faz-se necessário identificar seus pontos comuns e a forma de lidar com elas em cooperação, sem malferir a autonomia municipal. Dentre os pontos em comum, destaca-se aqueles relacionados ao transporte e ao uso e ocupação do solo, que são questões que usualmente ultrapassam os limites municipais em região metropolitana.

Em que pese os inúmeros desafios a serem enfrentados, trata-se de uma importante política pública de desenvolvimento metropolitano, que contribui para dar celeridade à execução de ações de cunho urbano-regional.

2.4.2 Política Nacional de Transportes

A Política Nacional de Transportes (PNT) é o documento de mais alto nível para o Setor de Transportes do País, onde estão estabelecidos os princípios, objetivos, diretrizes fundamentais e instrumentos para o planejamento e sua implementação. A PNT deve orientar e fomentar o planejamento de transportes, bem como balizar os planos e programas derivados, preocupando-se em garantir que todos os órgãos setoriais tenham clareza dos pressupostos assumidos.

Essa política institucionalizada foi estabelecida em 2018 com vistas a induzir o desenvolvimento socioeconômico sustentável e promover a integração nacional e internacional a partir da oferta de infraestrutura e serviços de transportes, propiciando o aumento da competitividade e a redução das desigualdades do país. Para tanto, teve como premissa a participação dos setores governamentais e da sociedade, e buscou alcançar outras políticas nacionais, nos segmentos de planejamento, desenvolvimento social, econômico, ambiental, integração e defesa.

A PNT está dividida em dois documentos, apresentando, em seu **Livro de Estado**, princípios, objetivos, diretrizes fundamentais e instrumentos orientados pela Constituição Federal, e, no **Caderno das Estratégias Governamentais**, as diretrizes específicas, estratégicas e ações prioritárias para o Setor de Transportes em um dado contexto temporal.

Para a PNT, os princípios dizem respeito aos preceitos, leis ou pressupostos considerados universais, sendo incontestáveis e de apreensão imediata. Os princípios elencados expressam as premissas do Estado Nação pelas quais o planejamento das infraestruturas de transportes e dos serviços logísticos (planejamento estratégico setorial), o planejamento estratégico organizacional e a priorização dos investimentos (planejamento estratégico orçamentário) devem ser focalizados, a partir da estruturação de um processo contínuo, permanente e sujeito a avaliações periódicas.

Assim, os princípios estabelecidos pela PNT estão brevemente descritos a seguir:

- I. **RESPEITO À VIDA:** Princípio nobre e soberano, devendo prover um sistema viário seguro, que deve prezar pela manutenção da integridade das pessoas e bens a serem deslocados pelas vias, de modo a assegurar o mínimo de risco, a confiabilidade e o conforto.
- II. **EXCELÊNCIA INSTITUCIONAL:** preza pelo reconhecimento da qualidade do serviço público do Setor de Transportes do Governo Federal, de modo que as práticas setoriais cumpram o direito social ao transporte. A excelência também implica na necessidade de articulação com as demais políticas públicas que regem as atividades e organização do país. As ações setoriais devem considerar a soberania da cidadania, de modo que as atividades de planejamento, bem como as práticas de avaliação das políticas públicas setoriais, se fundamentem na publicidade e participação pública.
- III. **PLANEJAMENTO E INTEGRAÇÃO TERRITORIAL:** indica que as políticas públicas de transportes devem se pautar na concepção de uma planificação territorial segundo os usos e ordenamentos projetados e pactuados entre os mais diversos atores governamentais e sociais.
- IV. **INFRAESTRUTURA SUSTENTÁVEL:** diz respeito à função essencial do Setor de Transportes no âmbito da organização das atividades públicas, qual seja: a ação vinculada, em última instância, à dotação do território nacional de equipamentos viários e de serviços que permitam acessibilidades e deslocamentos, de cargas e pessoas, em conformidade a padrões de qualidade apropriados, socialmente aceitos e integrados sustentavelmente ao meio ambiente.
- V. **EFICIÊNCIA LOGÍSTICA:** o deslocamento de pessoas e bens ao longo da matriz viária, se configura como um princípio inadiável para o sistema de transportes nacional, demandando, para tanto, a racionalidade na distribuição dos modos de transporte no âmbito do território nacional. Desse modo, um pressuposto universal das ações setoriais calca-se na eficiência e efetividade do ordenamento e organização das infraestruturas viárias, de forma a ensejar inequívocos benefícios sociais, econômicos e ambientais relacionados aos incrementos dos níveis de desempenho e de competitividade do Setor de Transportes.
- VI. **DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO, SOCIAL E REGIONAL:** se refere à contribuição para com o desenvolvimento socioeconômico e regional do país, de modo que a rede de transportes e a prestação dos serviços logísticos associados devem contribuir tanto para a indução do desenvolvimento social e econômico em áreas mais carentes, quanto para o fortalecimento do desenvolvimento social e econômico de áreas dinâmicas e consolidadas. Nesse sentido, as particularidades regionais devem ser resguardadas, de modo a identificar e considerar as diversidades, identidades culturais distintas e capacidades instaladas heterogêneas

dos territórios quando das formulações, execuções e avaliações das políticas públicas setoriais.

- VII. **RESPONSABILIDADE SOCIOAMBIENTAL:** O valor da sustentabilidade configura-se como um princípio de primeira grandeza, de forma que todo e qualquer empreendimento de infraestrutura deve respeitar os valores de minimização dos impactos ambientais gerados, bem como deve se fiar nos ditames da viabilidade econômica, justiça social, diversidade cultural e legitimidade política ante a sociedade nacional.
- VIII. **INTEGRAÇÃO E COOPERAÇÃO INTERNACIONAL:** o sistema viário nacional deve impulsionar uma integração transfronteiriça dos sistemas viários, tanto no que diz respeito à infraestrutura, quanto no que se refere aos serviços logísticos e de transportes prestados e, também, considerando os aspectos de defesa para a soberania do país. Desse modo, estabelece-se como um princípio a integração internacional das infraestruturas viárias, sobretudo com a sul-americana, de modo a fortalecer a coesão geopolítica, socioeconômica e cultural deste subcontinente; além disso, também se incentiva a ampla colaboração internacional como forma de compartilhar e promover o intercâmbio de informações, de expertises e das boas práticas técnicas e de gestão no que se refere à concepção, desenvolvimento, execução e avaliação de políticas públicas.

A PNT estabeleceu objetivos tangíveis, alvos a serem definidos e perseguidos quando da formulação e execução dos planejamentos, planos, programas e ações do Governo Federal. Esses objetivos delineados versam sobre o compromisso de envidar os esforços necessários para que as suas ações sejam refletidas e materializadas em uma rede de transportes eficiente, confiável e sustentável, com segurança e racionalidade.

A seguir estão transcritos os objetivos estabelecidos pela PNT:

1	Prover um sistema acessível, eficiente e confiável para a mobilidade de pessoas e bens.
2	Garantir a segurança operacional em todos os modos de transportes.
3	Prover uma matriz viária racional e eficiente.
4	Promover a participação intra e interinstitucional, considerando sociedade, governo e mercado, no desenvolvimento de uma política de transporte integrada.
5	Planejar os sistemas de logística e transportes a partir de uma visão territorial, integrada e dinâmica.
6	Disciplinar os papéis dos atores do Setor de Transportes do Governo Federal.
7	Dar transparência à sociedade, ao mercado e aos agentes públicos quanto às ações governamentais do Setor de Transportes.
8	Incorporar a inovação e o desenvolvimento tecnológico para o aperfeiçoamento contínuo das práticas setoriais.
9	Promover a cooperação e a integração física e operacional internacional.
10	Considerar as particularidades e potencialidades regionais nos planejamentos setoriais de transportes.
11	Atuar como vetor do desenvolvimento socioeconômico e sustentável do país.
12	Garantir a infraestrutura viária adequada para as operações de segurança e defesa nacional.

2.4.3 Política Nacional de Mobilidade Urbana

Como resposta aos problemas enfrentados na mobilidade urbana e a falta de regulamentação a respeito do tema, o governo brasileiro aprovou a Política Nacional de Mobilidade Urbana - PNMU, com a promulgação da Lei nº 12.587, de 3 de janeiro de 2012, como o instrumento da política de desenvolvimento urbano, objetivando a integração entre os diferentes modos de transporte e a melhoria da acessibilidade e mobilidade das pessoas e cargas no território municipal.

A Política Nacional de Mobilidade Urbana é um dos eixos estruturadores da Política Nacional de Desenvolvimento Urbano, que deve ser entendida como um conjunto de princípios, diretrizes e normas que norteiam a ação do Poder Público e da sociedade em geral, na produção e na gestão das cidades (SeMob, 2015).

Buscou-se, na formulação da PNMU, formas de racionalização, integração e complementaridade de ações entre os entes federados (municipal, estadual e federal), por meio do incentivo e fortalecimento do planejamento e da gestão local da mobilidade urbana, reconhecendo a gestão democrática e participativa como pilar para garantia de maior nível de integração e compromisso entre as políticas de mobilidade, habitação e uso do solo. O artigo 7º da Lei estabelece, como um de seus objetivos, “consolidar a gestão democrática como instrumento e garantia da construção contínua do aprimoramento da mobilidade”.

Cabe destacar que há referências aos pressupostos da sustentabilidade urbana nos princípios e objetivos da PNMU, conforme descritos no **Quadro 6**.

Quadro 6 - Princípios e objetivos da Política Nacional de Mobilidade Urbana (2012).

Princípios	Objetivos
I - acessibilidade universal; II - desenvolvimento sustentável das cidades, nas dimensões socioeconômicas e ambientais; III - equidade no acesso dos cidadãos ao transporte público coletivo; IV - eficiência, eficácia e efetividade na prestação dos serviços de transporte urbano; V - gestão democrática e controle social do planejamento e avaliação da Política Nacional de Mobilidade Urbana; VI - segurança nos deslocamentos das pessoas; VII - justa distribuição dos benefícios e ônus decorrentes do uso dos diferentes modos e serviços; VIII - equidade no uso do espaço público de circulação, vias e logradouros; e IX - eficiência, eficácia e efetividade na circulação urbana.	I - reduzir as desigualdades e promover a inclusão social; II - promover o acesso aos serviços básicos e equipamentos sociais; III - proporcionar melhoria nas condições urbanas da população no que se refere à acessibilidade e à mobilidade; IV - promover o desenvolvimento sustentável com a mitigação dos custos ambientais e socioeconômicos dos deslocamentos de pessoas e cargas nas cidades; e V - consolidar a gestão democrática como instrumento e garantia da construção contínua do aprimoramento da mobilidade urbana.

Fonte: BRASIL (2012).

A PNMU instituiu o Plano de Mobilidade Urbana como um instrumento de efetivação da política aos municípios com população acima de 20 mil habitantes e demais obrigados à elaboração do plano diretor (§ 1º do art. 24), buscando, de forma compatibilizada com o plano diretor municipal, a integração com a política de desenvolvimento urbano e respectivas políticas setoriais de habitação, saneamento básico, planejamento e gestão do uso do solo, priorizando o transporte não motorizado e o transporte coletivo, considerados estruturadores do território e indutores do desenvolvimento urbano integrado, dentre outras diretrizes.

Ao se referir aos “demais obrigados”, o § 1º do art. 24 da política obriga que também tenham o Plano de Mobilidade Urbana, em conformidade com o Estatuto da Cidade, as cidades integrantes de regiões metropolitanas e aglomerações urbanas, integrantes de áreas de especial interesse turístico, inseridas na área de influência de empreendimentos significativo impacto ambiental de âmbito regional ou nacional e incluídas no cadastro nacional de Municípios com áreas suscetíveis à ocorrência de deslizamentos de grande impacto, inundações bruscas ou processos geológicos ou hidrológicos correlatos [art. 41 da Lei Federal nº 10.257]. O Plano de Mobilidade Urbana deverá, ainda, contemplar medidas destinadas a atender aos núcleos urbanos informais consolidados, nos termos do § 5º do art. 24.

A política apoia e estimula ações coordenadas e integradas em regiões metropolitanas, além de áreas conurbadas e aglomerações urbanas, bem como incentiva o uso de energias renováveis e menos poluente. Logo, busca-se um enfrentamento das questões de mobilidade para além do plano local, com abordagem de planejamento e gestão em escala metropolitana.

2.5 PLANEJAMENTO DE INFRAESTRUTURA RODOVIÁRIA NO BRASIL

O Poder Público tem o dever de buscar a qualidade de vida das mais variadas camadas sociais da população, considerando, em suas tomadas de decisão política, os aspectos social, econômico, cultural e ambiental. No Brasil, a abordagem mais adotada é a de cima para baixo (*top-down*), já que a tomada de decisão governamental sobre ações estratégicas é realizada em uma sequência, a partir de políticas, planos e programas, e finalmente surgem os projetos dela derivados. Geralmente, a sociedade participa muito pouco e de forma muito restrita dos processos de decisão pública.

Um dos maiores desafios dos tomadores de decisão é a alocação correta dos recursos dentre um conjunto de alternativas existente, de modo que o retorno socioeconômico desses investimentos seja o maior possível. Como os recursos são limitados, tornam-se necessários o estabelecimento de prioridades e a adoção de um conjunto de critérios, visando aumentar os benefícios líquidos. As políticas públicas

alinhadas ao planejamento institucional em termos de planos, programas e ações dos órgãos integrantes do setor de transporte, bem como ao planejamento orçamentário (notadamente representado pelos Planos Plurianuais) devem ser concatenados e alinhados às iniciativas estratégicas.

A decisão pela alocação de investimentos em infraestrutura no País é definida com base na adoção da sistemática do planejamento, fundamentada majoritariamente por Planos Diretores Setoriais e nas receitas orçamentárias anuais ou plurianuais. O processo de planejamento contribui para que o governo defina prioridades de investimento, estabelecendo a forma como os recursos serão distribuídos. Entretanto, esse processo é extremamente complexo e dinâmico, ocorrendo uma interação entre objetivos, recursos e planos preliminares. Havendo incompatibilidade dos recursos e dos planos com os objetivos almejados, torna-se necessária a obtenção de reforços orçamentários ou, na impossibilidade, os objetivos deverão ser limitados ou postergados, e os planos adaptados às condições prevalecentes.

Ainda que a infraestrutura de transporte no Brasil seja deficiente, o investimento é alto e, por sua vez, acaba utilizando os escassos recursos que poderiam ser aplicados na área da educação, saúde, agricultura, segurança e outros setores relevantes para a sociedade. Assim, a distribuição dos recursos financeiros orçamentários é um processo permanentemente submetido a pressões de grupos setoriais, normalmente de interesses conflitantes, envolvendo comunidade, usuários dos sistemas de transporte, indústrias, governo, sociedade civil organizada, mídia, dentre outros.

Portanto, são muitos os desafios das políticas públicas para providenciar recursos suficientes para manter as infraestruturas de transporte existentes e viabilizar as expansões de capacidade para atender às demandas futuras. Mesmo com as fontes e estratégias de financiamentos existentes, os recursos para sistemas de transporte são limitados em virtude dos altos custos de implantação e manutenção, tornando-se difíceis as decisões de investimentos.

Como resultado do processo de distribuição de recursos e da disputa entre os grupos setoriais, uma parcela de recursos é transferida para investimentos em infraestrutura de transporte, que ainda é competida entre as várias modalidades existentes, como rodovias, ferrovias, hidrovias, portos, aeroportos e dutos. Dentre as modalidades, o setor rodoviário vem historicamente desfrutando de maior participação, principalmente em função da estrutura de transporte adotada no País e das vantagens relacionadas à distribuição espacial, conforto, praticidade, entre outras. Aliado a isso, houve também a popularização e incentivo à compra de automóveis, aumentando a demanda pela infraestrutura rodoviária e, conseqüentemente, a necessidade de investimentos na ampliação e na manutenção da malha existente, tanto para aumentar a capacidade operacional como para aumentar a segurança dos usuários.

As infraestruturas rodoviárias contribuem para proporcionar mobilidade e melhorias às pessoas na acessibilidade aos equipamentos urbanos, transporte de cargas,

desenvolvimento e integração socioeconômica, entre outros. Porém, até que as mesmas estejam construídas e operando, muitos fatores devem ser considerados, buscando-se sempre soluções que atendam às necessidades econômicas, a segurança e o conforto, os critérios técnicos de engenharia e as exigências socioambientais, tanto no início do processo de implementação do empreendimento, na sua fase de planejamento, como na sua plena operação e eventual desativação.

As rodovias provocam imensas intervenções urbanísticas e sociais nas regiões metropolitanas do País pela magnitude dos impactos e transformações que ocasionam, interagindo com os diferentes meios (físico, biótico e socioeconômico) em maior ou menor grau, em função do tipo e do porte do empreendimento, bem como das características socioeconômicas e ambientais da região na qual o mesmo será inserido. Adicionalmente, por sua escala e volume de recursos envolvidos, esses empreendimentos têm o potencial de interferir em rendas fundiárias, gerando oportunidades para o mercado imobiliário e provocando mudanças no uso e ocupação do solo.

Os impactos ambientais gerados pelas rodovias têm maior abrangência espacial se comparados a outros modos de transporte (ferroviários e hidroviários, pe.), em virtude de sua grande flexibilidade de deslocamento e do potencial de alteração no desenvolvimento e ordenamento territorial de uma região, caso permita-se a abertura de zonas até então inacessíveis ou com acessos mais restritos.

Por envolver aspectos ambientais, econômicos e sociais e políticos, um novo projeto de infraestrutura rodoviária altera as condições preexistentes, podendo gerar impactos significativos. Essa nova condição afeta interesses públicos e privados, beneficiando alguns setores, grupos ou pessoas, em detrimento a outros. Portanto, torna-se um processo de decisão de caráter político, pelo qual os formuladores de políticas devem acomodar esses desejos conflitantes, a fim de equilibrar os impactos positivos e negativos. Nesse sentido, os critérios de sustentabilidade podem auxiliar no processo de decisão, uma vez que ajuda a esclarecer as prioridades de financiamento de longo prazo.

Segundo Meyer e Miller (1984), durante os anos 50 e 60, a maior parte do planejamento de transporte era baseado em métodos de escolhas racionais, ou seja, baseava-se apenas em um critério de escolha, normalmente os de menores custos (critérios monetários), em um processo de decisão centralizado e dominado por processos técnicos. Porém, segundo os autores, a partir do final dos anos 60 e início dos anos 70, um novo conceito de planejamento, baseado na participação pública e na previsão dos impactos causados, começou a substituir o tipo de planejamento adotado até então em muitas cidades.

Silva Júnior (2006) explica que a baixa disponibilidade de recursos para investimentos em transporte e a deficiente instrução da população aliam-se à forma impositiva e tecnocrata com que as decisões públicas são tomadas, fazendo com que os setores dominantes da sociedade imponham mais facilmente seus valores e suas decisões. Assim, em que pese muitos atores poderem participar do estabelecimento,

desenvolvimento e implementação de políticas de transporte, são os mais “fortes” que influenciam no conteúdo e direcionamento da política estabelecida.

Ainda hoje, nota-se a predominante influência e o papel exercido por políticos na escolha final de um projeto de transporte, levando em consideração fatores não mensurados no processo de tomada de decisão. Sabe-se que no Brasil, assim como em muitas outras localidades do mundo, grandes obras de infraestrutura têm um enorme potencial político-eleitoral, o que faz com que muitas vezes suas definições e decisões estratégicas se guiem mais pelos interesses políticos imediatos do que por alguma estratégia de longo prazo de política pública.

Assim, para que se alcance um planejamento de transporte sustentável, questões relacionadas à definição de transporte sustentável, como as metas e objetivos de curto, médio e longo prazo, devem ser definidas e avaliadas, assim como o tipo de processo de tomada de decisão que deverá ser utilizado. A sustentabilidade requer um planejamento mais abrangente e integrado, o que representa um amplo conjunto de impactos econômicos, sociais e ambientais, incluindo aqueles que são difíceis de medir (LITMAN & BURWELL, 2006). O planejamento de sustentabilidade exige ainda um envolvimento adequado das partes interessadas para permitir que as diversas perspectivas e preferências sejam incorporadas.

Os objetivos de implantação de infraestrutura de transporte são, geralmente, estabelecidos em Políticas de Transporte. É o processo de planejamento que orienta o desenvolvimento de políticas, planos e programas de transportes. Numa visão mais ampla, o planejamento estratégico busca definir a forma como os objetivos almejados devem ser alcançados, estabelecendo a sistemática de ação e contemplando decisões sobre alocação de recursos e diretrizes de gestão, baseadas em critérios que procuram interpretar as aspirações da sociedade. Essa etapa contribui para compreender os meios de avaliação dos sistemas de transporte e de seleção de alternativas possíveis, considerando as inúmeras alternativas existentes, dentre os modais de transporte, e os efeitos decorrentes previstos.

Contudo, o estabelecimento dos critérios de seleção dessas alternativas é complexo, visto que os efeitos são percebidos de maneira diferente pelas partes interessadas, sendo benéficos para alguns e indesejáveis para outros. Logo, a mensuração dos efeitos de cada alternativa, apontando, qualitativa e quantitativamente, suas vantagens e desvantagens relativas a efetividade e eficiência, se faz necessário para tomada de decisão.

O processo de planejamento tradicional de transportes pode ser sintetizado conforme figura a seguir.

Figura 9 - Processo de planejamento estratégico tradicionalmente utilizado.

Fonte: Souza e D'Agosto (2013), elaborado a partir de Adler, 1978, Anderson, 1994, FHA, 1999, MT, 2007.

De acordo com DNIT (2006), a fase de planejamento rodoviário, considerando um empreendimento isolado, se caracteriza, em termos de seus objetivos, por:

- i. Definir as alternativas tecnicamente possíveis para a realização do empreendimento rodoviário proposto;
- ii. Efetuar a avaliação técnico-econômica e ambiental, ao nível de pré-viabilidade, das soluções ou diretrizes indicadas como adequadas;
- iii. Definir ao nível preliminar, sempre que possível, critérios, soluções-tipo e características técnicas básicas a serem adotadas; e,
- iv. Selecionar, em nível preliminar, as alternativas operacionais e de traçado inicialmente estabelecidas.

A fase de planejamento de um empreendimento rodoviário corresponde à etapa em que são definidas as alternativas locais ou tecnológicas a adotar, incluindo padrões alternativos de projeto, padrões funcionais, alternativas de traçado, estudos de viabilidade técnica, econômica e ambiental, considerando ainda a alternativa de nada a fazer. Sob uma abordagem ambiental, o planejamento de empreendimento rodoviário é entendido por DNIT (2006) como o estabelecimento de ações e atividades a serem desenvolvidas em todas as suas fases, com vistas à prevenção ou mitigação dos impactos negativos das atividades rodoviárias e à maximização dos impactos positivos almejados.

com a implantação do empreendimento, cujo conjunto estabelece a amplitude das responsabilidades técnicas, confrontadas com as atividades ambientais.

A partir da definição pela implantação de uma nova infraestrutura rodoviária dentre as alternativas existentes (escolha de outros sistemas de transporte, melhoria de sistemas existentes, etc.), estima-se os cenários, considerando dados da eficiência operacional e custos, e avalia-se os impactos esperados. A etapa de avaliação dos impactos é realizada por estudos ambientais, com a finalidade de contribuir para o processo de seleção da alternativa.

A seleção das alternativas locais deve ser baseada nas *trade-offs* entre os benefícios operacionais e econômicos do empreendimento (traçado mais direto, mais seguro, de menor custo de implantação e manutenção, com melhor atendimento aos usuários) e a sua inserção urbana-ambiental, de modo a permitir a identificação e mitigação de riscos e impactos socioambientais.

Os estudos ambientais desenvolvidos na fase de planejamento incidem na avaliação prévia dos impactos mais significativos do empreendimento, ao longo de todas as suas etapas, com enfoque nos aspectos mais sensíveis e susceptíveis nas áreas de influência do empreendimento. A identificação dos impactos mais significativos tem caráter estratégico na viabilização ambiental do empreendimento, devendo considerar especialmente as áreas com restrições legais das áreas a serem afetadas, o tipo de uso e ocupação do solo e a natureza da intervenção planejada. Quanto mais cedo forem identificados e avaliados os riscos e os impactos socioambientais significativos, maior será a eficácia na prevenção e controle dos danos potenciais.

De modo geral, pode-se dizer que os estudos socioambientais na etapa de planejamento, quando bem elaborados, podem contribuir para:

- Descartar as alternativas de elevada criticidade em termos socioambientais ou, eventualmente, o próprio empreendimento;
- Evitar dificuldade, atrasos ou a não obtenção de licença ambiental;
- Estimar os recursos necessários à implementação de medidas corretivas, preventivas ou compensatórias, bem como viabilizá-los em tempo hábil;
- Evitar dispêndios vultuosos dos recursos necessários em função das medidas necessárias para mitigação e compensação de impactos, bem como de medidas corretivas e de recuperação de passivos ambientais;
- Prever e indicar as medidas de preservação e de recuperação ou mitigação de impactos que devam ser incorporadas e desenvolvidas na fase de Projeto Básico;
- Reduzir a necessidade de ajustes nos projetos de engenharia para a obtenção das licenças e autorizações ambientais, que, por sua vez, poderiam afetar os custos e o cronograma do empreendimento;
- Subsidiar a elaboração e implementação de planos, programas de gestão e demais estudos das fases subsequentes.

Um importante instrumento para tomada de decisões a nível de projetos de infraestrutura de transporte, baseado nas premissas do desenvolvimento sustentável, é a Avaliação de Impacto Ambiental (AIA), pois amplia as perspectivas tradicionais da engenharia. Muitos autores propuseram significados para o termo AIA na literatura, enfatizando sua função de avaliar a situação futura do ambiente a partir da ação que se pretende adotar, como: “Um processo sistemático que examina antecipadamente as consequências ambientais de ações humanas” (GLASSON; THERIVEL; CHADWICK, 1999). De acordo com estes autores, a AIA tem como funções: (i) ajudar o processo decisório; (ii) ajudar na elaboração de projetos e propostas de desenvolvimento; (iii) ser um instrumento para o desenvolvimento sustentável.

No Brasil, a introdução formal da AIA ocorreu com a promulgação da Lei Federal nº 6.938, em 1981, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente. Posteriormente, o Decreto nº 88.351/83 (substituído pelo Decreto nº 99.274/90) atrelou a AIA ao processo de licenciamento ambiental conduzido pelo poder público, que foi regulamentada pela Resolução CONAMA nº 01/86 e pela Resolução CONAMA nº 237/97, condicionando a emissão da Licença Prévia (LP) à elaboração e aprovação do Estudo de Impacto Ambiental (EIA). Contudo, o instrumento está regulamentado apenas para etapa de projeto, descartando-se a necessidade de realizar uma AIA para políticas, planos e programas, cujo estudo é denominado Avaliação Ambiental Estratégica (AAE).

A AIA, com o objetivo de analisar as consequências ambientais potenciais de uma atividade humana, fornece informações importantes que devem ser levadas em consideração no processo decisório, juntamente com outras de caráter financeiro, técnico, legal e político. Castro (2018) lembra que a AIA não é um instrumento de decisão, mas sim, de fornecimento de subsídios para o processo de tomada de decisão, com o propósito de suprir informações por meio do exame sistemático das atividades do projeto.

Durante a realização dos estudos prévios, várias decisões são tomadas acerca do projeto visando reduzir a magnitude ou a importância dos impactos adversos. Usualmente esse processo é realizado mediante confrontos entre o empreendedor, o projetista, os consultores ambientais, autoridades licenciadoras e comunidades, constituindo-se uma importante etapa do processo de avaliação de impactos.

A viabilidade econômica e a exequibilidade técnica de projetos devem ser garantidas pelo empreendedor, mediante os estudos financeiros e técnicos necessários. No entanto, a decisão pela viabilidade ambiental cabe a órgãos governamentais com atribuições de licenciamento ambiental, como ocorre com o licenciamento federal (IBAMA) em certos Estados, ou por colegiados que contam com representantes de diferentes segmentos da sociedade civil e representantes governamentais, chamados de Conselhos de Meio Ambiente, os quais se fundamentam em pareceres técnicos elaborados pelo órgão ambiental licenciador. Em outras jurisdições, a decisão pode ser tomada por um organismo setorial, como um Ministério, ou por um conselho de ministros.

Resta claro que, ao longo do processo de desenvolvimento de infraestruturas de transporte, várias decisões são tomadas, nas suas diferentes etapas, por diferentes protagonistas. Contudo, apesar dos avanços no desenvolvimento de metodologias de Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) e da sua crescente utilização em processos decisórios, ainda não existe um consenso sobre como aplicar a sustentabilidade no transporte, de forma a tratar as questões económicas, ambientais e sociais conjuntamente e integradas.

Diante do exposto, este trabalho focou na fase de planeamento, especialmente por ser uma fase estratégica do ponto de vista de viabilização da infraestrutura e de prevenção de impactos e riscos significativos e, ainda, por ser conduzida de maneira deficiente nas infraestruturas brasileiras.

2.6 FERRAMENTAS DE AVALIAÇÃO DE SUSTENTABILIDADE EM TRANSPORTE

As avaliações das infraestruturas de transporte com abordagem em sustentabilidade devem tratar das *trade-off* entre o crescimento económico e o aumento do bem-estar ligado à acessibilidade e mobilidade, com suas respectivas consequências negativas, tanto socioambientais como aquelas associadas aos custos de implantação e operacionais. Como as muitas facetas do próprio conceito de sustentabilidade, o desenvolvimento de ferramenta adequada só pode acontecer quando todos os parâmetros são considerados simultaneamente (NESS et al., 2006), o que requer a definição de critérios de sustentabilidade bem específicos.

Com conceitos de sustentabilidade bastante abrangentes e contemplando diversos objetivos e metas a serem cumpridos, torna-se muito difícil definir uma maneira de adotar ações que sejam suficientemente práticas e operacionalizáveis. Por isso, a comunidade científica e as empresas públicas e privadas têm buscado desenvolver ferramentas eficientes e confiáveis para vencer esses desafios. Em resposta, muitas ferramentas têm sido desenvolvidas, proporcionando melhores diretrizes de aplicação, dados e experiências práticas de avaliação da sustentabilidade.

A teoria da Avaliação da Sustentabilidade, como atualmente expressa na literatura, evoluiu em grande parte do trabalho realizado por profissionais de avaliação de impacto ambiental (EIA) e, mais recentemente, Avaliação Ambiental Estratégica (AAE), que por sua vez foi influenciada por técnicas de análise de políticas (SHEATE et al., 2003).

Devuyst (2001) define a Avaliação da Sustentabilidade como sendo “[...] uma ferramenta que pode ajudar os tomadores de decisão e formuladores de políticas a decidir quais as ações devem tomar ou não devem tomar na tentativa de tornar a sociedade mais sustentável”. Para Sala, Ciuffo e Nijkamp (2015), a Avaliação da Sustentabilidade é um

método de avaliação complexo, realizado para apoiar a tomada de decisão e de política em um contexto ambiental, econômico e social amplo, e transcende a avaliação puramente técnica/científica.

Para Gudmundsson (2004), a avaliação do transporte sustentável é geralmente discutida em três etapas: conceituação, operacionalização e utilização, sendo que: a conceituação trata da definição do que a sustentabilidade se refere em um contexto particular; a operacionalização envolve a seleção de parâmetros para medir a sustentabilidade; e a utilização trata do real uso dos resultados para orientar o desenvolvimento e a política.

Segundo Pope et al. (2004), a “avaliação da sustentabilidade” é frequentemente descrita como um processo pelo qual as implicações de uma iniciativa sobre sustentabilidade são avaliadas, em que a iniciativa pode ser uma proposta ou existente política, plano, programa, projeto, peça legislativa ou uma prática ou atividade atual.

Existem inúmeras ferramentas disponíveis que contribuem para a sustentabilidade, sendo que cada uma delas apresenta vantagens e desvantagens de acordo com o tipo e o estágio do empreendimento e aplicação a que se destina. A maioria possui limitações quando se buscam ações direcionadas à sustentabilidade de forma mais completa e abrangente.

Ness et al. (2006) forneceram uma categorização de ferramentas de avaliação de sustentabilidade, cuja estrutura desenvolvida é apresentada na **Figura 10**. Os autores pretendiam contemplar as ferramentas mais significativas e que aparecem com mais frequência na literatura, e, tanto quanto possível, cobrir a variedade do amplo campo da avaliação da sustentabilidade, sem realizar um inventário exaustivo.

A estrutura sugerida se baseou em três categorias principais: (i) indicadores / índices, que são subdivididos em ferramentas de avaliação não integradas e integradas; (ii) avaliação relacionada ao produto, com foco no fluxo de materiais e/ou energia de um produto ou serviço de uma perspectiva de ciclo de vida; e (iii) ferramentas de avaliação integrada, que é uma coleção de ferramentas geralmente usadas para apoiar decisões relacionadas a políticas ou na implementação de projeto em uma região específica. Além disso, apresentou uma categoria abrangente de ferramentas de avaliação monetária que podem ser usadas como parte de muitas das ferramentas listadas nas três categorias.

Os autores dividiram as ferramentas da seguinte forma: (a) pelas suas características temporais (*ex post* ou descritivo) ou se é usado para prever resultados futuros (*ex ante* ou orientado para a mudança); (b) pelo foco (áreas de cobertura, como por exemplo, nível do produto ou mudança de política proposta); e (c) integração dos sistemas sociedade–natureza (integração dos aspectos ambientais, sociais e/ou econômicos). Conforme pode ser verificada na estrutura proposta, a flecha no topo mostra o foco temporal (retrospectivo) e prospectivo ou ambos.

Figura 10 - Estrutura para ferramentas de avaliação de sustentabilidade.

Fonte: Traduzido de NESS et al. (2006).

Segundo a opinião de Ness et al. (2006), apenas dezessete ferramentas encontradas são capazes de integrar os sistemas natureza-sociedade em uma única avaliação, a saber: aqueles que compõem os Indicadores/Índices Integrados; os Custos de Ciclo de Vida contidos na Avaliação Relacionada ao Produto; aqueles da Avaliação Integrada; e UE Avaliação de Impacto de Sustentabilidade (ver quadros em negrito). Já as ferramentas de “avaliação relacionadas ao produto” geralmente não focam nos atributos espaciais, sendo que os impactos são vinculados apenas em função do produto e não especificamente para os locais onde ocorrem os impactos.

A Federação Internacional de Engenheiros Consultores – FIDIC (2012), após investigar a natureza das ferramentas de sustentabilidade, agrupou as ferramentas de sustentabilidade atualmente disponíveis no mercado nas quatro categorias mostradas na **Figura 11**, dependendo de sua origem e uso pretendido. Tais ferramentas visam incorporar a sustentabilidade na fase de projeto, para benefícios de longo prazo, redução de riscos de ativos e para maximizar a exploração de oportunidades.

Figura 11 - Categorias de ferramentas de sustentabilidade.

Fonte: Traduzido de FIDIC (2012).

O estudo da FIDIC conceitua “Ferramentas de Suporte à Decisão” como processos que usam diretrizes e metodologias de sustentabilidade para fornecer suporte de consultoria especializada à tomada de decisões ao longo de todo o ciclo do projeto, contando como recurso mais popular uma estrutura de avaliação que usa métodos de análise multicritério para avaliar o desempenho de sustentabilidade de diferentes alternativas de projeto. As “Ferramentas de Classificação e Certificação”, por sua vez, pretendem avaliar, classificar e premiar um desenvolvimento planejado ou existente, dependendo de seu desempenho em relação a critérios de sustentabilidade relevantes. Já as “Calculadoras” são importantes para subsidiar as ferramentas de “Suporte à Decisão e de Classificação e Certificação”, fornecendo valores quantitativos e qualitativos na forma em que são requeridos, como, por exemplo, emissões de carbono, uso de energia ou consumo de água para uma alternativa de projeto. Por fim, os documentos de “Diretrizes” normalmente informam outras ferramentas de sustentabilidade sobre qualidade, padrões, indicadores ou metodologias de sustentabilidade, como também podem informar sobre regulamentos, tecnologias e estratégias de sustentabilidade específicas do setor, apresentando oportunidades, riscos e estratégias de enfrentamento.

Furberg et al. (2015) realizaram um estudo com o objetivo de identificar as práticas usuais em avaliação de sustentabilidade de infraestruturas de transporte, juntamente com as questões atuais e lacunas de conhecimento, por meio de uma revisão da literatura internacional científica publicada entre os anos de 2000 a 2014. Segundo os autores, há muitas práticas em curso em avaliações da sustentabilidade das infraestruturas de transporte em todo o mundo, embora as práticas variem em eficácia. As principais práticas relatadas foram: Estudos de Impacto Ambiental (EIA) e Avaliação Ambiental Estratégica (AAE), que, por sua vez, geralmente contêm um ou mais procedimentos de análise, como Análise Custo-benefício (ACB), Análises Multicritérios (AMC) e Análise do Ciclo de Vida (ACV), além de aplicações de sistemas de avaliação, classificação e recompensa em infraestruturas de transporte.

No **Quadro 7** são apresentadas as principais ferramentas de avaliação em infraestrutura de transporte que abordam questões relacionadas à sustentabilidade, sem a pretensão de ser exaustivo, identificando os pontos fortes e fracos de cada ferramenta. Conforme demonstrado neste quadro, não há uma solução simples para a avaliação de sustentabilidade de políticas, planos, programas e projetos, quando se trata de empreendimentos de transporte. Apesar do fato de as abordagens atuais oferecerem alguma contribuição para a avaliação de sustentabilidade, nenhuma delas pode ser usada para realizar uma avaliação holística. Cada ferramenta tem suas próprias vantagens e desvantagens.

Assim, ao selecionar uma ferramenta, é preciso ponderar entre as limitações e os benefícios de sua escolha, sendo que a aplicação combinada de ferramentas tende a alcançar resultados melhores e mais completos. A escolha pelo uso de determinada ferramenta requer a verificação das suas obrigações legais, a adaptabilidade, a facilidade de uso, os resultados esperados, a fase do empreendimento, os recursos (humanos, materiais e financeiros) e o tempo disponíveis, a disponibilidade de dados, dentre outros.

Deve-se ter cuidado em replicar abordagens e metodologias, ainda que as práticas tenham alcançado resultados positivos, tendo em vista que pode haver diferenças de prioridades de negócio, nos desafios dos empreendimentos, nas externalidades, na cultura corporativa, dos *stakeholders* envolvidos e nos sistemas de gerenciamento existentes.

Embora existam muitas abordagens e ferramentas destinadas a avaliar elementos de sustentabilidade no Brasil, atualmente não existe uma metodologia padronizada ou comumente aceita para avaliar a sustentabilidade nas diferentes fases de empreendimentos de transporte. A ferramenta amplamente utilizada e regulamentada no País é o Estudo de Impacto Ambiental (EIA), que adota os métodos de Avaliação de Impacto Ambiental (AIA), concentrando-se especialmente nos temas ambientais aplicáveis à fase de projetos. As demais ferramentas ainda são utilizadas muitas vezes por pressão de organismos financiadores internacionais.

Quadro 7 - Análise das principais ferramentas de avaliação da sustentabilidade

FERRAMENTA	DESCRIÇÃO	VANTAGENS	DESVANTAGENS
Análise de Custo-Benefício	Computa os benefícios e os custos em valores monetários de um projeto ou de suas alternativas, visando compará-los por meio da relação Benefício-Custo, do Benéfico Líquido ou da taxa de crescimento esperada.	O uso da ferramenta pode ser útil ao adotar uma abordagem mais pragmática, sujeita a determinadas precauções.	Inadequadas para avaliar os impactos sobre o meio ambiente e social, uma vez que se concentram na eficiência econômica de uma determinada intervenção e não conseguem incorporar critérios não quantificáveis monetariamente.
Análise Multicriterial	Ferramenta utilizada para tomar decisões baseadas em preferências sobre as alternativas disponíveis que são caracterizadas por múltiplos atributos, geralmente conflitantes.	Útil quando o processo de decisão busca satisfazer um ou múltiplos objetivos e, portanto, deve se basear na avaliação de um ou vários critérios. A ferramenta ajuda na seleção da melhor opção possível.	Possui subjetividade, complexidade e tempo elevado na atribuição de pesos aos impactos. Como não é capaz de remover a subjetividade no processo, torna-se altamente suscetível à manipulação e variação em função da experiência e interesse dos decisores.
Avaliação do Ciclo de Vida	Avalia os aspectos ambientais e potenciais impactos associados a um produto, processo ou serviço.	Ajuda os tomadores de decisão a selecionar o produto ou processo que resulte no menor impacto ao meio ambiente, podendo ainda considerar fatores de custo e desempenho.	Pode demandar recurso e tempo excessivo. Dependendo da abrangência de análise, a coleta de dados pode ser problemática e a falta de disponibilidade dos dados pode afetar a precisão dos resultados finais.
Estudo de Impacto Ambiental	Destinado a analisar, sistematicamente, os possíveis impactos da implantação e operação de um determinado projeto, por meio de métodos de Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) e técnicas de previsão dos impactos ambientais.	Adequado para tratar os efeitos do projeto, construção e operação, na escala da área diretamente afetada e de influência direta do empreendimento, identificando e avaliando os impactos previstos e estabelecendo as medidas específicas de mitigação e controle.	Desvantagem na avaliação das alternativas tecnológicas, dos impactos indiretos e dos impactos cumulativos e sinérgicos é bastante limitada. Não avalia a viabilidade ambiental de políticas, planos e programas.
Avaliação Ambiental Estratégica	Processo formal, sistemático e abrangente de avaliar os impactos ambientais de uma política, plano ou programa e de suas alternativas, incluindo a preparação de um relatório contendo as conclusões da avaliação, usando-as em um processo decisório publicamente responsável (THÉRIVEL et al., 1992)	Fortalece o projeto do EIA e fornece uma consideração mais ampla de impactos e alternativas, cujos impactos de grande abrangência espacial, inclusive impactos globais. Trata-se de processos antecipatórios e prospectivos, integrativos, frequentemente flexíveis.	Falta uma base legal e de regulamentação para seu uso, da forma de apresentação dos resultados, dos mecanismos de participação pública e, sobretudo, da integração dos resultados obtidos à tomada de decisão.
Estudo de Análise de Riscos	Estudo quantitativo de risco, baseado em técnicas de identificação de perigos, estimativa de frequências e de efeitos físicos, avaliação de vulnerabilidade e na estimativa do risco (CETESB, 2014)	Identifica as causas básicas, sejam elas técnica, gerencial ou operacional, e estabelece medidas preventivas e de controle.	Depende da percepção dos perigos no processo ou projeto por parte dos envolvidos; da experiência do grupo participante; pode resultar em medidas excessivas de proteção.

2.6.1 Sistemas de Classificação e de Certificação de Sustentabilidade

Nos últimos anos, várias ferramentas de avaliação da sustentabilidade de empreendimentos de transporte estão sendo desenvolvidas internacionalmente, em especial sistemas de classificação e de certificação. Esses sistemas utilizam critérios, indicadores e medidas de desempenho baseados em princípios, objetivos e metas.

Um sistema de classificação deve ser visto como uma ferramenta entre muitas que podem ajudar uma organização a medir, gerir e alcançar suas metas de sustentabilidade (ZIETSMAN & RAMANI, 2011). Os sistemas de classificação permitem que equipes de projeto e construtores estabeleçam prioridades sustentáveis, ao mesmo tempo em que fornecem às partes interessadas um método para analisar o desempenho (REEDER, 2010).

Os sistemas de classificação e certificação estabelecem critérios econômicos, sociais, ambientais, etc. para avaliar a sustentabilidade em transportes, baseados principalmente em indicadores, que são utilizados como meios de mensuração. Os sistemas de classificação concedem créditos por escolhas ou práticas sustentáveis e, geralmente, resultam em uma certificação. Em geral, estes sistemas são projetados para fornecer orientação, pontuação e potenciais recompensas para incluir atributos sustentáveis nas diversas fases de infraestruturas de transporte, comumente em projetos de rodovias.

Um sistema de classificação pode ajudar a incentivar resultados mais sustentáveis, comunicando seus resultados internamente e ao público em geral, além de reconhecer e premiar organizações. Há ainda potencial de uso em *benchmarking* e na identificação de áreas com oportunidade para melhorias.

Zietsman & Ramani (2011); Muench et al. (2012) defendem que os sistemas de classificação são atraentes pois:

- Fornecem uma métrica comum (pontos) para toda a gama de soluções sustentáveis;
- Medem a sustentabilidade, tornando-a viável;
- Permitem a comunicação direta de metas de sustentabilidade, esforços e realizações;
- Fornecem um contexto razoável dentro do qual projetistas, empreiteiros e fornecedores de materiais podem ser inovador em suas soluções.

No entanto, esses autores alertam que os sistemas de classificação são frequentemente criticados, pois tendem a sacrificar detalhe para a simplicidade, sendo difícil gerar um consenso sobre os itens a serem incluídos / excluídos; não capturam todo o escopo de soluções sustentáveis; e a busca por pontos em um sistema de classificação pode afetar a qualidade do projeto.

Bueno et al. (2013) também apontaram alguns problemas dos sistemas de classificação, conforme seguem:

- não há um conjunto comum de critérios para comparação entre sistemas de classificação;
- falta objetividade e transparência nos processos de seleção de critérios e ponderação;
- são mais usados como ferramentas de certificação do que como ferramentas de sustentabilidade;
- não são baseados em métodos padronizados de avaliação de desempenho;
- falta participação de todas as partes envolvidas no ciclo de vida do projeto;
- o número de indicadores geralmente é muito elevado.

No Brasil, o sistema mais conhecido é o *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED), desenvolvido em 1998 pelo *US Green Building Council* (USGBC). Esse sistema contempla a certificação para construções sustentáveis, de acordo com os critérios de racionalização de recursos (energia, água, etc.) atendidos por um edifício. A fim de melhorar a qualidade e ampliar a aplicação de sistemas de classificação, diversas outras instituições têm desenvolvido sistemas para aplicação em infraestruturas de transporte, específicos à região ou país a que pertencem.

Como resultado de um levantamento bibliográfico, o **Quadro 8** apresenta exemplos de importantes ferramentas de classificação e/ou certificação de sustentabilidade aplicáveis à infraestrutura de transporte e civil, bem como algumas outras ferramentas especializadas para projetos rodoviários.

Quadro 8 - Exemplos de ferramentas de classificação e certificação de sustentabilidade.

Ferramenta	Instituição	Descrição
CEEQUAL - Civil Engineering Environmental Quality Assessment and Award Scheme	Reino Unido	Sistema internacional de avaliação de sustentabilidade baseada em evidências, avaliação e prêmios para engenharia civil, infraestrutura, paisagismo e obras em espaços públicos.
Envision™	Institute for Sustainable Infrastructure (ISI) e Harvard University / EUA	Estrutura abrangente de 60 critérios que abrangem toda a gama de impactos ambientais, sociais e econômicos que devem ser avaliados para determinar como um projeto incorporou a sustentabilidade. Como uma ferramenta de orientação de planejamento e projeto, a <i>Envision</i> fornece métricas de sustentabilidade para todos os tipos de infraestrutura.
ELASTIC - Evaluative and Logical Approach to Sustainable Transport Indicator Compilation	Reino Unido	Estrutura para identificar e selecionar um subconjunto reduzido de indicadores de sustentabilidade de transporte com base em julgamentos das partes interessadas sobre seus pontos fortes metodológicos e relevância para os princípios-chave do transporte sustentável.
Green Guide for Roads	Transportation Association of Canada / Canadá	O quadro inclui áreas onde as práticas de sustentabilidade podem ser aplicadas, com uma descrição de requisitos e melhores práticas ou estratégias associadas. Aplica-se a todos os tipos de estradas urbanas e rurais e inclui considerações de sustentabilidade como melhor compatibilidade e habitabilidade; acessibilidade universal; equidade modal; conservação de recursos; acessibilidade; e proteção ambiental.
GreenLITES - Green Leadership in Transport	New York State Department of	É um programa de auto-certificação que distingue projetos e operações de transporte com base na extensão em que incorporam escolhas sustentáveis. Este é principalmente um programa de

Ferramenta	Instituição	Descrição
and Environmental Sustainability	Transportation / EUA	gerenciamento interno para a NYSDOT medir o desempenho, reconhecer boas práticas e identificar onde precisa melhorar. Também fornece uma maneira de demonstrar ao público como está promovendo práticas sustentáveis. Os projetos e operações são avaliados para práticas sustentáveis e, com base no total de créditos recebidos, é atribuído um nível de certificação.
Greenroads™	University of Washington e CH ² M Hill / EUA	Sistema de classificação de sustentabilidade para projetos e construção de rodovias. Apresenta uma coleção de melhores práticas de sustentabilidade, chamada créditos. A obtenção de créditos gera pontos para uma pontuação geral que indica a sustentabilidade da rodovia. \
I-LAST - Illinois Livable and Sustainable Transportation	Illinois Department of Transportation / EUA	Um sistema de pontos para avaliar as medidas sustentáveis incluído em um projeto, que fornece uma lista abrangente de práticas que têm o potencial para trazer resultados sustentáveis para projetos rodoviários de todos os tamanhos e todas as fases de desenvolvimento do projeto (planejamento, projeto e construção).
INVEST - Infrastructure Voluntary Evaluation Sustainability Tool	Federal Highway Administration (FHWA) / EUA	Ferramenta de auto-avaliação via Web com módulos: sistema de planejamento, desenvolvimento de projeto, operações e manutenção. Atribui para cada prática um valor (peso) de acordo com impacto relativo na sustentabilidade da estrada. Identifica as características das rodovias sustentáveis e fornece procedimentos e técnicas para ajudar as organizações a aplicarem melhores práticas de sustentabilidade.
Least Cost Planning	Oregon Department of Transportation / EUA	É um processo de planejamento estratégico que usa os princípios da análise de custo-benefício como uma estrutura de avaliação. Modelo para uso como ferramenta de tomada de decisão no desenvolvimento de planos e projetos. Habitabilidade, segurança, equidade, vitalidade econômica e gestão ambiental são avaliados em conjunto com considerações tradicionais como custos de capital.
MOSAIC - Model of Sustainability and Integrated Corridors	Maryland State Highway Administration / EUA	A ferramenta emprega planilha eletrônica do Microsoft Excel. Seis categorias de indicadores da sustentabilidade: mobilidade, segurança, impacto socioeconômico, recursos naturais, energia e emissões e custos. Inclui mais que 30 medidas de desempenho de sustentabilidade.
Project Selection Tool	State of Rhode Island / EUA	A ferramenta de seleção de projetos para avaliar e priorizar projetos que buscam financiamento estatal ou sem fins lucrativos. A ferramenta inclui as seis categorias: 1. Escolha de transporte e acessibilidade; 2. Escolha de habitação e acessibilidade; 3. Desenvolvimento econômico; 4. Apoio de comunidades existentes e centros de crescimento designados; 5. Caráter comunitário e colaboração; 6. Proteção ambiental e saúde pública.
Sustainability Enhancement Tool	Texas Department of Transportation / EUA	Estrutura baseada em medição de desempenho e metodologia de avaliação para transporte sustentável, vinculada às metas de planejamento estratégico da agência de transporte. Aplica 12 medidas de desempenho no processo de planejamento de corredor rodoviário, incluindo medidas de congestionamento, segurança, modos alternativos e qualidade do ar, para abordar as metas e objetivos do plano estratégico. A abordagem de tomada de decisão da teoria da utilidade multi-atributo (MAUT) é aplicada para quantificar e normalizar as medidas de desempenho selecionadas e calcular os valores do índice de sustentabilidade para as condições atuais e previstas de corredor.
Sustainable Corridor Rating System (SCRS)	University of Delaware, Newark	Metodologia para sistemas de classificação aplicado a corredores urbanos. Visa alterar o comportamento dos profissionais de transporte e induzir práticas de transporte sustentável, definindo uma metodologia para o desenvolvimento de sistemas de classificação verde.
STARS - Sustainable Transportation Analysis & Rating System	Colaboradores do setor de transporte de Oregon, Washington,	Estrutura de planejamento integrado desenvolvida para ajudar planejadores, comunidades e tomadores de decisão a avaliar os impactos dos planos e projetos de transporte, identificar estratégias inovadoras e melhorar a tomada de decisão. Sua estrutura flexível incentiva os projetos a atingirem vários objetivos de sustentabilidade.

Ferramenta	Instituição	Descrição
	Califórnia e Nevada / EUA	O STARS não concede níveis de certificação com base em pontos. Em vez disso, cada crédito é ponderado igualmente, permitindo que os usuários otimizem os benefícios compartilhados em todas as categorias de crédito.
SUNRA - Sustainability - National Road Administrations	Diversos países da Europa	Sistema que visa apoiar e orientar a Administração Nacional de Rodovias para melhorar o desempenho, fornecendo meios para considerar prioridades nacionais, questões importantes, preocupações de partes interessadas e estruturas organizacionais. Fornece uma maneira comum de definir sustentabilidade, identificar como medir o desenvolvimento sustentável em um nível estratégico e integrar a tomada de decisão sustentável nos principais pontos de intervenção.
BE²ST-In-HighwaysTM - Building Environmentally and Economically Sustainable Transportation-Infrastructure-Highways	Universidade de Wisconsin-Madison / EUA	Sistema de classificação que emprega técnicas de análise do ciclo de vida para fornecer uma avaliação quantitativa da sustentabilidade ambiental e econômica dos projetos de rodovias. O consumo de energia, as emissões de gases de efeito estufa, o custo do ciclo de vida e outros fatores são considerados. Com base na pontuação recebida, um projeto recebe um rótulo proporcional ao nível de sustentabilidade alcançado. Seu foco principal é quantificar o impacto na sustentabilidade do uso de materiais reciclados em pavimentos.
GreenPave	Ontário / Canadá	Sistema de classificação simplificado baseado em LEED e GreenRoads, mas customizado para Ontário, com foco em componentes de pavimento. O objetivo é melhorar a sustentabilidade da infraestrutura de transportes através da concepção e seleção de alternativas de tratamento de pavimentos sustentáveis.
Infrastructure Sustainability (IS)	Australian Green Infrastructure Council (AGIC) / Austrália	O sistema apoia a obtenção de resultados sustentáveis no desenvolvimento de infraestrutura, avaliando e classificando o desempenho de sustentabilidade de um projeto. O processo de classificação envolve auto avaliação, seguido por verificação independente de um verificador nomeado pelo IS e, em seguida, pela certificação formal. A ferramenta de classificação aborda seis grandes temas, que são: 1. Gestão e Governança, 2. Usando Recursos, 3. Emissões, Poluição e Resíduos, 4. Ecologia, 5. Pessoas e Lugar, 6. Inovação. Dentro destes temas, 15 categorias compreendem um total de 51 créditos. Cada crédito recebe um certo número de pontos.

Apesar da variedade e quantidade de sistemas existentes no mundo, esses diferentes sistemas empregam métodos distintos para determinar ou quantificar a sustentabilidade e enfatizar diferentes fatores de sustentabilidade (MARTLAND, 2012). Ou seja, não existe uma estrutura universal padrão para avaliar o progresso de uma infraestrutura de transporte em direção à sustentabilidade. Muitos desses sistemas, na verdade, foram desenvolvidos por ou para agências de transporte com foco em necessidades específicas ou no contexto local.

No Brasil, não há um sistema de classificação e certificação de sustentabilidade desenvolvido especificamente à infraestrutura de transporte, com foco a agências de transportes. Portanto, o uso de sistemas existentes em outros países pode não ser apropriados para a realidade brasileira, uma vez que se difere em relação ao clima, uso e ocupação do solo, densidade populacional, vulnerabilidades socioeconômicas, problemáticas urbanas, etc.

2.6.2 Indicadores de Sustentabilidade

Como discutido anteriormente, a sustentabilidade é um conceito amplo e subjetivo e, portanto, a utilização de ferramentas para sua avaliação é de fundamental importância no processo de desenvolvimento de empreendimentos de transporte. As tomadas de decisão incorporam cada vez mais conceitos de sustentabilidade, considerando os impactos econômicos, sociais e ambientais de longo prazo.

Como resultado, há uma demanda crescente por ferramentas de planejamento adequadas, com destaque ao uso de indicadores de transporte sustentáveis. Os indicadores têm se demonstrado importantes instrumentos no nível de planejamento, podendo fornecer informações que podem ser usadas na formulação de planos, políticas, programas voltados à melhoria da qualidade de vida e à operacionalização de conceitos de sustentabilidade.

Por meio do levantamento da literatura, verifica-se que grande parte (talvez a maioria) das pesquisas que tratam da avaliação de sustentabilidade em transportes está relacionada ao uso de indicadores (ou medidas de desempenho), comumente associado a outros métodos de avaliação. Os indicadores de sustentabilidade são importantes ferramentas de mensuração e avaliação do progresso rumo ao desenvolvimento sustentável, sendo necessários para subsidiar a elaboração de políticas públicas e a tomadas de decisões (BELLEN, 2006).

O uso de indicadores é considerado importante para o processamento de informações múltiplas e variadas, permitindo a análise de realidades complexas a partir de uma representação numérica, gráfica e, portanto, mais simples. Segundo Costa (2003), os indicadores reduzem grande quantidade de informação a um número apropriado de parâmetros para análise e tomada de decisão; traduzem conceitos abstratos e difíceis de serem mensurados em entidades operacionais e mensuráveis, fornecendo uma informação sintética sobre determinado fenômeno e, sua utilização permite revelar condições e ao mesmo tempo tendências, apontando aspectos deficientes ou aqueles que necessitam de intervenção.

“Eles [os indicadores] traduzem dados e estatísticas em informação sucinta que seja facilmente compreendido e usado por pessoas de muito diferentes origens, incluindo engenheiros, administradores, políticos e público em geral” (RAMANI et al., 2011). Ao traduzir dados e estatísticas em um formato sucinto e consistente, as medidas de desempenho oferecem uma maneira eficiente de fornecer informações aos tomadores de decisão (EPA, 2011). Por outro lado, os indicadores podem refletir vários outros níveis de análise, como respostas a alguma ação, impactos físicos, os efeitos sociais e ambientais, os impactos econômicos e avaliação de desempenho.

Corroborando com Costa (2003), percebe-se que os indicadores estatísticos tradicionais, amplamente utilizados, tendem a enfocar somente a eficiência econômica

dos sistemas de transportes (oferta e demanda), deixando de contemplar outras dimensões fundamentais para a sustentabilidade. Os indicadores de sustentabilidade possuem algumas características especiais que os diferem dos indicadores tradicionais, incluindo:

- *Integração*: permitem visualizar as conexões existentes entre as dimensões econômica, social e ambiental da sustentabilidade;
- *Visão a longo prazo*: os indicadores permitem acompanhar o progresso em direção à sustentabilidade, ao revelar tendências e ao fornecer informações indiretas sobre o futuro da comunidade;
- *Preocupação com as futuras gerações*: devem medir a equidade intra e entre gerações. Podem focalizar ainda, diferentes populações ou regiões geográficas;
- *Desenvolvido com a contribuição de múltiplos participantes*: as experiências têm mostrado que os indicadores de maior influência e confiabilidade têm sido aqueles desenvolvidos a partir da contribuição de diferentes grupos (MACLAREN, 1996 apud COSTA, 2003).

SHRP 2 (2009) alerta que as medidas de desempenho devem ser conduzidas por metas e objetivos estrategicamente alinhados. Os objetivos de uma agência de transporte devem refletir os aspectos mais importantes do que ela deseja realizar, sendo que as medidas de desempenho são o principal meio de avaliar o cumprimento de suas metas.

Zegras et al. (2004) apresentam o *Sustainability Indicator Prism* (ou Prisma de Indicador de Sustentabilidade) que representa uma hierarquia de objetivos/metastas, seguido de índices, indicadores (medidas de desempenho com diferentes graus de especificidade), construídos a partir de dados brutos na base da pirâmide.

Figura 12 - A hierarquia da informação através do prisma de indicadores sustentáveis.

Fonte: Adaptado de Zegras et al. (2004)

Enquanto as metas do projeto definem a direção, os indicadores do projeto permitem que proprietários, engenheiros e partes interessadas avaliem o progresso rumo ao desenvolvimento sustentável, comparando o desempenho alcançado em um projeto com o desempenho pretendido (FIDIC, 2004 apud LIM, 2009).

Os índices são construídos a partir da agregação de indicadores, usualmente por métodos aritméticos ou regras de decisão, que possibilita uma maior simplificação de parâmetros complexos. Os índices de sustentabilidade composto por múltiplas dimensões fornecem informações agregadas e podem ser utilizados por tomadores de decisão ou analistas para avaliar ou comparar o nível de sustentabilidade associado com alternativas de políticas, planos, programas e projetos.

Os índices são conhecidos por ser mais fácil de usar, simples de interpretar, e têm a capacidade de reduzir a sobrecarga de informação resultante das medidas de desempenho individual (LOMAX, 1997 apud JEON, 2007). Por isso, têm as vantagens de facilitar a comunicação com o público geral, que, usualmente, não está interessado nos detalhes que os compõem, preferindo quadros resumidos.

Contudo, Houghton (1998) destaca os seguintes problemas com o uso de índices:

- *“Pode mascarar informações;*
- *Sua robustez pode ser limitada por diferentes escalas espaciais e temporais; e*
- *Nem sempre é claro como e por quem os índices foram desenvolvidos.”*

Litman (2016) alerta que pode haver distorção nos resultados em função de conflitos entre conveniência e abrangência na seleção de indicadores. Um índice composto por menor número de indicadores usando dados facilmente disponíveis é mais conveniente de usar, mas pode ignorar impactos importantes e, portanto, distorcer as decisões de planejamento. Por outro lado, um conjunto maior, apesar de sua maior abrangência, tem custos elevados de coleta de dados e é mais difícil a sua interpretação.

CAPÍTULO 3 - O RODOANEL MÁRIO COVAS

A Região Metropolitana de São Paulo – RMSP é a maior aglomeração urbana do país. Diariamente, mais de um milhão de pessoas desloca-se entre os municípios da região para trabalhar ou estudar, além de intensos fluxos de veículos de carga que se dirigem e partem de diferentes regiões metropolitanas, com destaque ao Porto de Santos. Como consequência, enormes gargalos podem ser vistos cotidianamente no seu sistema viário e nos congestionamentos das suas principais vias de acesso, agravados pela concentração e polaridade da RMSP.

Para minimizar essa situação e agilizar o trânsito de transposição da RMSP, o governo de São Paulo planejou, no início dos anos 1990, um anel rodoviário, hoje denominado Rodoanel Mário Covas, de forma a convergir as principais rodovias estaduais e federais de ligação da RMSP com o interior e o litoral paulista e com as regiões Sul e Oeste do país, coletando e distribuindo o tráfego na região, além de desviar o tráfego rodoviário das áreas urbanas.

O Rodoanel Mário Covas, em sua atual configuração, começou a ser desenvolvido a partir de 1995, que incorporou, desde o início, uma preocupação com uma adequada inserção urbano-ambiental na RMSP. Previamente, já havia sido proposta a viabilização de inúmeras alternativas para uma via perimetral que articulasse as rodovias de acesso à RMSP entre si e com os principais eixos viários metropolitanos.

Além da importante função de interconexão entre grandes rodovias radiais que afluem à metrópole, apresenta um grande potencial como elemento estruturador do uso e ocupação do solo e do processo de expansão urbana (DERSA, 1998). O empreendimento foi concebido de forma a aproveitar suas potencialidades, sempre que possível, no âmbito de políticas de ocupação do solo, como um elemento catalizador de iniciativas e ações públicas voltadas à recuperação ambiental das áreas atravessadas e à ocupação do solo com melhor qualidade ambiental.

A rodovia cruza território com características heterogêneas e dotado de dinâmica própria, com assentamentos consolidados e em expansão, graves carências de infraestrutura e baixa qualidade ambiental e urbana, em contraste com áreas de melhor padrão e baixas densidades de ocupação, bacias hidrográficas de mananciais de abastecimento (ao sul, leste e norte) e Unidades de Conservação.

A região peri-urbana da RMSP onde o Rodoanel foi inserido é caracterizada por sofrer graves pressões ambientais, especialmente devido à ocupação desordenada e irregular e ao consequente comprometimento de sua cobertura vegetal e áreas ambientalmente protegidas, em especial o trecho Sul, que atravessa a região dos mananciais (represas Billings e Guarapiranga); o trecho Norte, que foi inserido entre a mancha urbana e o Parque Estadual da Cantareira – PEC, Unidade de Conservação de Proteção Integral; e o trecho Leste que afeta as várzeas do Alto Tietê.

Diante da importância desses bens ambientais, o projeto foi desenvolvido de forma a evitar impactos significativos e minimizar impactos que pudessem comprometer ainda mais a situação ambiental das áreas e mesmo reduzir os impactos existentes, quando possível. Dentre as iniciativas que buscaram cumprir esses objetivos urbano-ambientais, destacam as complexas soluções construtivas – como a passagem elevada e túneis sobre área ambientalmente sensível –; o cadastramento detalhado da situação fundiária e de ocupação das áreas situadas em toda a faixa de domínio da rodovia, contribuindo para sua regularização e melhor organização do espaço urbano e rural; a criação de parques, visando contribuir para impedir o avanço da área urbanizada no entorno do empreendimento e minimizar a pressão da ocupação desordenada junto a mananciais; o aproveitamento do seu efeito barreira para potencializar as ações de outras iniciativas públicas destinadas ao controle do avanço da urbanização e ao aperfeiçoamento dos mecanismos de proteção das unidades de conservação existentes.

Também com vistas a minimizar impactos urbano-ambientais e operacionais, o Rodoanel foi projetado como uma via Classe “0”, conforme classificação do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), ou seja, possui alto padrão técnico e controle total de acessos, sendo bloqueada ao acesso de áreas lindeiras e ao viário local. Devido às suas características de via expressa bloqueada, os usuários somente podem entrar no Rodoanel nas interseções especialmente projetadas para este fim, integradas às rodovias troncais e ao sistema viário principal.

Para que as vias de interesse metropolitano tenham acesso ao Rodoanel, faz-se necessário atenderem a critérios de maior racionalidade para fluxos de transporte e adequação ao desenvolvimento urbano pretendido para sua região de influência. Algumas permissões de acesso direto são destinadas a atividades relacionadas ao segmento de cargas, estruturadas de forma a propiciar a integração inter e intramodal, desde que aprovados pelas Prefeituras e providos de licenciamento ambiental.

Para o crescimento dos bairros previamente existentes e em situação regular, a rodovia foi concebida para não se constituir em uma barreira física. Os estudos de estrutura urbana desenvolvidos no EIA permitiram identificar os principais fluxos transversais ao traçado e as respectivas demandas por cruzamentos transversais, tanto veiculares quanto pedestres, os quais foram mantidos, a menos onde foi recomendado a utilização do Rodoanel como barreira física, visando minimizar os impactos na continuidade da malha urbana futura e evitar a expansão urbana irregular. Por não haver articulação com o entorno, o tráfego do Rodoanel não sofre interferência pelos cruzamentos em nível, semáforos, travessia de pedestres, acessos diretos ao comércio e imóveis lindeiros, entre outros.

Considerando um processo de planejamento intensivo que precedeu a implantação do empreendimento, serão apresentadas a seguir as principais práticas que contribuíram para avaliação da sustentabilidade sócio-urbano-ambiental, bem como as bases conceituais e as abordagens metodológicas das ferramentas adotadas durante a fase de

planejamento da infraestrutura. As informações obtidas neste estudo de caso contribuíram para identificar os fatores considerados na avaliação, bem como os efeitos e impactos avaliados e os processos metodológicos que foram utilizados, com o objetivo principal de consolidar suas bases para a composição de uma estrutura de indicadores consistente para a avaliação integrada para a sustentabilidade urbana no planejamento rodoviário.

3.1 PLANO DIRETOR DE DESENVOLVIMENTO DE TRANSPORTES – PDDT VIVO

O Rodoanel foi concebido num planejamento estratégico de longo prazo, consolidado no Plano Diretor de Desenvolvimento de Transportes – PDDT Vivo, que, juntamente com a implantação do Ferroanel e de Centros Logísticos Integrados (CLI's), constituem os elementos centrais de uma plataforma logística metropolitana voltada para reorganizar a interface entre a RMSP e o restante do Estado e do país.

O Rodoanel é parte integrada de uma política de transportes de alcance estadual, envolvendo outros modais e estratégias, o qual foi preconizado no PDDT Vivo, desenvolvido pela Secretaria de Logística e Transportes do Estado de São Paulo para o período 2000-2020, o qual consiste em um instrumento dinâmico de planejamento para a gestão político-institucional do sistema de transporte do Estado de São Paulo, integrando estratégias públicas e privadas.

O planejamento foi conduzido em duas fases principais: (i) identificação de gargalos e (ii) elaboração do Plano Estratégico. Inicialmente foram identificados os gargalos logísticos mais críticos, de forma a permitir o início imediato das ações para removê-los.

O planejamento começou pela definição dos objetivos da política de transportes, coerentes com os objetivos e estratégias corporativas, e produziu um plano de ação de alcance estratégico, com horizonte de 20 anos. O ciclo de planejamento pode ser visualizado no **Figura 13**. O Planejamento de Transportes passa a ser conduzido como um processo em caráter permanente, por isso designado como PDDT Vivo. A implementação das ações é monitorada e os resultados são avaliados, originando-se novas propostas de intervenção no sistema de transporte, tanto em infraestrutura como operacional ou institucional.

Figura 13 - Ciclo de Planejamento do PDDT Vivo.

Fonte: SÃO PAULO (2000).

O Plano de Transporte é uma decisão sobre alocação de recursos e diretrizes de gestão, baseada em critérios que procuram interpretar as aspirações da comunidade. Em consideração a esse pressuposto, foram estabelecidos pela Secretaria de Transporte, em conjunto com os agentes do setor, os seguintes objetivos principais da Política de Transportes:

- Promover serviço de qualidade, garantindo a sua adequação (com destaque para a segurança e a eficiência econômica/energética), a fluidez e a acessibilidade.
- Promover o desenvolvimento sustentado, contribuindo para a redução da desigualdade social, a geração de empregados e a valorização da qualidade ambiental.
- Aumentar a competitividade regional e oferecer a integração, via reforço da intermodalidade, redução de preços e transporte e diminuição de perdas agrícolas.
- Adotar propostas factíveis, tanto do ponto de vista político-institucional como da perspectiva financeira.

O Plano abrange estratégias que procuram atender as demandas atuais e futuras de transporte, as quais se agrupam nas três categorias listadas a seguir:

- (i) Implantação de Infraestrutura, envolvendo melhoramentos ou expansão de linhas e rede de transporte, terminais, polos logísticos, centros de controle, introdução de novas tecnologias;
- (ii) Medidas de Gestão, que englobam a regulamentação, simplificação administrativa, coordenação entre agentes, racionalização institucional, reforma do aparato jurídico, aprimoramento dos recursos humanos; e
- (iii) Política de Preços, que compreendem alíquotas sobre combustíveis, tarifas de pedágios, incentivos ou desincentivos fiscais e outros.

Os elementos enunciados pelo PDDT Vivo, que formam o arcabouço físico-operacional do sistema intermodal, são resumidamente: Centros Logísticos Integrados – CLI's; melhoramentos nas infraestruturas de Portos, com melhorias dos acessos rodoviários; melhoramentos das conexões ferroviárias entre os terminais do interior do Estado; implementação de serviço ferroviário expresso de cargas entre a RMSP e mercados selecionados do Interior e de outros Estados; e implantação integral do anel rodoviário (Rodoanel) e ferroviário (Ferroanel) em torno da RMSP.

A implantação do Rodoanel, do Ferroanel e de Centros Logísticos Integrados converterá a configuração da logística urbana da RMSP de radial para anelar, ou seja, os eixos rodoviários e ferroviários deixarão de convergirem para o centro para realizar as transações intermodais ou alcançar o destino final, passando para o entorno da RMSP e, assim, permitindo alcançar o destino final na metrópole com veículos mais adequados ao viário urbano. Essa nova plataforma logística, além de retirar veículos pesados das vias urbanas, traz como benefício adicional a retirada de centros logísticos de áreas urbanizadas (e.g. CEAGESP), dando lugar a usos mais nobres, bem como a otimização do fluxo caminhão-trem, reduzindo a emissão atmosférica e interferências com meios urbanos.

Dentre os benefícios do Plano Estratégico, as alternativas analisadas no PDDT levaram em conta aspectos ambientais relevantes, concluindo que a própria introdução de maior racionalidade na matriz de transporte trabalha na direção da melhoria ambiental. A questão ambiental serviu de base para a tomada de decisão quanto às alternativas de intervenção no sistema de transporte, levando-se em conta as delimitações regionais e naturais, as limitações legais de ocupação urbana na região litorânea, bem como a estrutura atual de transportes. Além disso, priorizou-se a expansão da capacidade das malhas rodoviárias e ferroviárias existentes em detrimento à construção de vias em áreas com restrições físicas importantes. Por outro lado, a intensificação da intermodalidade afeta positivamente o meio ambiente na RMSP, que está na dependência da posição das fontes de poluição, das condições de relevo e da dinâmica atmosférica.

Com relação à política de preços, o PDDT estabelece que “idealmente, o preço do transporte deve ser igual ao custo marginal, isto é, cada usuário deve pagar o custo social marginal total do deslocamento por ele provocado, seja na movimentação de pessoas, seja na de cargas”. Esse princípio é a base da eficiência econômica de um sistema de

transportes, uma vez que o usuário toma as suas decisões de produzir ou consumir em função do custo percebido (preço que paga).

No PDDT Vivo 2000-2020, foi utilizada a Avaliação Multicriterial de Auxílio à Tomada de Decisão - MAH para o planejamento de transporte do estado. Para seleção das alternativas preferidas, foi adotada uma estrutura de avaliação das ações propostas, utilizando critérios múltiplos, contemplando os objetivos estratégicos, os objetivos táticos e operacionais, conforme **Tabela 1**.

Tabela 1 - Objetivos e Respectivos Pesos Adotados no PDDT Vivo.

Objetivos estratégicos		Objetivos Táticos		Objetivos Operacionais		Peso global dos indicadores
Objetivo	Peso	Objetivo	Peso	Objetivos	Peso	
Qualidade	29,20%	Serviço Adequado	38,59%	Segurança	53,88%	6,07%
				Eficiência econômica	24,95%	2,81%
				Eficiência energética	21,18%	2,39%
		Fluidez/ nível de serviço	31,61%			9,23%
		Acessibilidade	29,80%			8,70%
Competitividade	21,36%	Integração	26,63%			5,69%
		Redução de preços custos generalizados	35,09%			7,50%
		Escoamento da produção agrícola	22,89%			4,89%
		Alcance geográfico	15,39%			3,29%
Desenvolvimento Sustentado	27,61%	Redução de desigualdades	26,60%			7,34%
		Geração de empregos	29,78%			8,22%
		Preservação ambiental	24,00%			6,63%
		Intermodalidade	19,61%			5,42%
Factibilidade	21,82%	Viab. Político institucional	34,66%			7,56%
		Desempenho financeiro	32,84%			7,17%
		Factibilidade de financiamento	32,50%			7,09%

Fonte: SÃO PAULO (2000).

A determinação dos pesos relativos foi feita a partir de um processo que contou com a participação dos diversos agentes intervenientes, públicos e privados, envolvendo todas as modalidades do setor de transporte (organismos de gestão, organismos operadores de serviços de transporte e logística, usuários do sistema, comunidade técnica, e autoridades públicas).

A partir daí, foram elaboradas uma série de alternativas com projetos combinados, tomando como premissa a intermodalidade em cada alternativa avaliada. A alternativa preferida foi a que obteve pontuação mais elevada, pela qual foi prevista um conjunto de intervenções que devem ser gradualmente implementadas e envolveu: integração rodoviária, recuperação ferroviária, operação de trens expressos integrados por terminais logísticos, construção do Ferroanel, cabotagem, dutos e política de preços.

3.1.1 Consolidação do Processo de Avaliação do PDDT Vivo

Fase de Tomada de Decisão: PLANO DE LONGO PRAZO

Horizonte: 20 anos

Objetivo Geral: Decisão sobre alocação de recursos e diretrizes de gestão

Para cada Objetivo Agregado, foi estabelecido um Objetivo Específico, que, por sua vez, foi associado um ou mais medidas de desempenho ou indicadores, conforme indicado no quadro a seguir. A partir desses indicadores foi montada uma estrutura de avaliação específica para esta fase de planejamento.

Quadro 9 - Relação entre objetivos e indicadores utilizados no PDDT Vivo.

OBJETIVO AGREGADO	OBJETIVO ESPECÍFICO	DEFINIÇÃO	MEDIDAS / INDICADORES
QUALIDADE - Promover serviço de qualidade	Mobilidade e Acessibilidade	<ul style="list-style-type: none"> Alcançar os destinos desejados com relativa facilidade, dentro de tempos, custos e escolhas razoáveis. 	<ul style="list-style-type: none"> Tempos de viagem /Demoras Dispêndio por parte do usuário
	Eficiência Econômica e Energética	<ul style="list-style-type: none"> Maximizar os benefícios correntes e futuros dos investimentos públicos e privados em transporte. 	<ul style="list-style-type: none"> Taxa B/C (econômico) Consumo de combustível
	Satisfação e Segurança	<ul style="list-style-type: none"> Minimização de riscos de morte, danos, ou perda de propriedade. Prover escolhas de transporte que sejam seguras, convenientes, e atendam às necessidades dos consumidores. 	<ul style="list-style-type: none"> Número de acidentes (atropelamentos, com vítimas fatais, com vítimas não fatais)
DESENVOLVIMENTO SUSTENTADO - Promover o desenvolvimento sustentado	Redução de Desigualdades Sociais	<ul style="list-style-type: none"> Influir em uma melhor distribuição de benefícios 	<ul style="list-style-type: none"> Redução de custos para regiões com baixa atividade econômica
	Geração de empregos	<ul style="list-style-type: none"> Prover novos postos de trabalho ligados ao empreendimento e a melhorias macro-econômicas. 	<ul style="list-style-type: none"> Número de empregados diretos e indiretos
	Uso de modais mais eficientes	<ul style="list-style-type: none"> Indução a formas mais eficientes de transporte 	<ul style="list-style-type: none"> Demanda total associada a modos de transporte de alto desempenho
	Qualidade Ambiental	<ul style="list-style-type: none"> Ajudar a manter e aumentar a qualidade do ambiente natural e humano. 	<ul style="list-style-type: none"> Padrões Nacional e do Estado
COMPETITIVIDADE - Aumentar a competitividade regional e oferecer a integração	Integração	<ul style="list-style-type: none"> Contribuir para a Integração dos Modos de Transporte 	<ul style="list-style-type: none"> Total de Transferência nos Terminais
	Redução de Preços	<ul style="list-style-type: none"> Diminuir os custos do transporte no preço final do produto/serviço. 	<ul style="list-style-type: none"> Total de dispêndio por parte do usuário
	Escoamento da Produção Agrícola	<ul style="list-style-type: none"> Contribuir para a diminuição dos custos de transporte 	<ul style="list-style-type: none"> Custo de regiões com grande atividade agrícola
	Alcance Geográfico	<ul style="list-style-type: none"> Aumentar a possibilidade de trocas com outros estados e com o exterior (cargas de exportação) 	<ul style="list-style-type: none"> Custo de transporte para regiões externas ao Estado
FACTIBILIDADE - Adotar propostas factíveis	Factibilidade Político Institucional e de Financiamento	<ul style="list-style-type: none"> Viabilidade Político-Institucional e Financeira 	<ul style="list-style-type: none"> Avaliação Qualitativa de Financiamento

3.2 AVALIAÇÃO AMBIENTAL ESTRATÉGICA (AAE)

O projeto do Rodoanel foi precedido por um trabalho detalhado de Avaliação Ambiental Estratégica – AAE, que possibilitou ao governo do Estado de São Paulo negociar, junto ao Conselho Estadual do Meio Ambiente (CONSEMA), um novo modelo de licença ambiental. Para tanto, a AAE contemplou estudos aprofundados que consideraram o efeito cumulativo da construção e operação da rodovia nas áreas de mananciais, além de outras ações planejadas para a região, como projetos viários e planos de ocupação de solo nas áreas do entorno do Rodoanel.

A AAE contribuiu para a compreensão global do Programa Rodoanel e de seu papel na preservação ambiental da RMSP, concorreu para a definição do traçado da rodovia, balizou os Estudos de Impacto Ambiental (EIA) para todos os seus trechos e propôs recomendações para a gestão da totalidade do projeto. Esse documento foi aprovado pelo CONSEMA e adotado como referência para a elaboração do Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) e dos Planos Básicos Ambientais referentes a todos os trechos do empreendimento.

3.2.1 Objetivos e Processo Metodológico

A Avaliação Ambiental Estratégica (AAE) do Programa Rodoanel apresentou os resultados dos estudos realizados com o objetivo de avaliar a viabilidade ambiental do Rodoanel Mario Covas, bem como questões estratégicas associadas à sua implementação gradativa, por trechos, num horizonte de 15 anos.

Este documento foi um marco inicial de um processo contínuo de análise e avaliação de aspectos sociais e ambientais para apoio à tomada de decisões sobre o planejamento, projeto e implantação do empreendimento, bem como de seu licenciamento ambiental, buscando obter:

- uma compreensão global da dinâmica da região atravessada por essa infraestrutura rodoviária;
- uma avaliação da contribuição ambiental do Programa Rodoanel à Região Metropolitana de São Paulo, com sua articulação com as demais políticas públicas em desenvolvimento;
- as diretrizes para definição e seleção de traçados e para elaboração dos estudos de impacto ambiental para os novos trechos do Rodoanel; e
- as diretrizes para a gestão do Programa Rodoanel.

A AAE do Programa Rodoanel teve o papel de identificar os efeitos sobre o ambiente natural e o ambiente construído, com ênfase nos impactos indiretos e de desenvolvimento induzido em escala metropolitana e/ou sub-regional, nas sinergias e/ou

interferências com outras políticas, programas e empreendimentos previstos nas diversas sub-regiões da RMSP, bem como identificar as ações estratégicas necessárias para mitigar e/ou compensar efeitos adversos e potencializar os efeitos benéficos.

A AAE procurou avançar na avaliação dos efeitos do empreendimento sobre a qualidade ambiental da RMSP, especialmente nos fatores estratégicos para a tomada de decisões e para a formulação de propostas que auxiliassem na definição clara dos compromissos com a sustentabilidade socioambiental, indicando as alternativas para solução das interfaces do projeto com as demais políticas setoriais e ações em curso na área de intervenção.

Diversas ações estratégicas, no entanto, extrapolam a competência setorial de um empreendedor rodoviário, em virtude da natureza dos processos envolvidos e sua abrangência territorial, exigindo uma atuação interinstitucional e um compromisso de governo na execução. Assim, apesar de a AAE contribuir para a elaboração dos EIA's e dos Programas de Gestão contidos no Plano Básico Ambiental (PBA), instrumentos exigidos no processo de licenciamento ambiental, nem sempre os mesmos são suficientes para aprofundar esses aspectos, ficando mais restritos aos impactos diretos de cada componente do Programa e no detalhamento das medidas mitigadoras e compensatórias.

A AAE destacou que seu escopo foi avaliar o empreendimento numa estratégia de inserção sócio-urbano-ambiental, como um programa de transporte articulado a outros programas setoriais, e não contemplando a avaliação da sustentabilidade global da RMSP e a proposição da eventual reorientação das políticas públicas metropolitanas. Também não tratou da viabilidade econômica do empreendimento.

O documento identificou os temas de âmbito social, urbanística e ambiental relevantes e estratégicos com a proposta de: (i) avaliar de forma ordenada a magnitude e importância relativa dos efeitos e inter-relações estratégicas entre o Programa Rodoanel e o meio ambiente, e (ii) avaliar a sustentabilidade socioambiental do Programa.

Como instrumento técnico e sociopolítico, visou-se alcançar os seguintes objetivos principais:

- Atender à recomendação do Conselho Estadual de Meio Ambiente do Estado de São Paulo (CONSEMA) de preparar estudo ambiental para todos os trechos do Rodoanel no contexto do planejamento integrado de transportes e desenvolvimento metropolitano;
- Fundamentar a estratégia de conceituar a implantação do Rodoanel como um programa articulado de políticas públicas, a ser implementado por etapas ao longo de sucessivas administrações estaduais, o qual inclui recursos, planejamento e ações articuladas com outros atores institucionais para alinhamento de políticas e ação nos espaços territoriais objetos de intervenção;
- Estabelecer diretrizes para orientar a revisão dos projetos de engenharia e a elaboração dos EIA/RIMA's.

O esquema apresentado na **Figura 14** indica a estrutura metodológica adotada.

Figura 14 - Esquema Metodológico da AAE do Programa Rodoanel.

Fonte: DERSA/FESPSP (2004).

Para cada tema abordado, utilizou-se os seguintes cortes territoriais principais: (i) a metrópole como um todo, e (ii) no anel peri-urbano, definido como uma banda de 15 km ao redor de um traçado de referência, com o pressuposto de que essa largura seria suficiente para abranger as várias alternativas de traçado cogitadas nos estudos precedentes e nos em desenvolvimento.

Na concepção adotada neste processo, coube à AAE uma análise abrangente dos efeitos de longo prazo sobre a geografia física e humana atravessada, permitindo direcionar o esforço de projeto e de avaliação ambiental detalhado dos EIAs, assim como resolver as interfaces do programa com os vários setores e esferas institucionais que interagem com ele na modificação da região atravessada, deixando ao EIA o papel de escolher a alternativa locacional e tecnológica, bem como detalhar os impactos locais e definir as medidas mitigadoras e compensatórias.

Contudo, é exposto no documento o enorme esforço para sua elaboração, em virtude da ausência de exemplos, práticas adotadas e experiências acumuladas no Brasil, bem como da ausência de um plano ambiental metropolitano com diagnóstico e definição de objetivos e ações desejáveis. Assim, durante sua elaboração, houve a necessidade de muitas discussões públicas do projeto e de novas rodadas de articulação com instâncias municipais, sociedade civil e órgãos setoriais, reuniões técnicas de trabalho, busca de consenso entre equipes técnicas multi e interdisciplinares, que contribuíram para definição das questões estratégicas e das opções existentes para tomada de decisões, assim como para o refinamento dos conceitos metodológicos.

3.2.2 Questões Socioambientais Estratégicas

A AAE, com vistas a proporcionar os elementos necessários para apoio ao processo de decisão, inicialmente identificou as questões estratégicas que estavam envolvidas nesse processo. A análise partiu da identificação dos principais efeitos de uma rodovia perimetral na RMSP, da abrangência e importância estratégica de cada um deles, além da natureza das medidas e ações recomendadas para reduzir efeitos adversos e potencializar os efeitos benéficos.

Assim, os principais efeitos e impactos socioambientais do empreendimento para fins de análise foram agregados em três (3) categorias:

- (i) ***os impactos diretos e indiretos relacionados com a implantação da obra:*** A implantação da obra introduz uma alteração permanente na paisagem e na ocupação do solo na faixa de domínio. Na fase de construção ocorrem impactos sobre o meio físico (principalmente alterações decorrentes das obras de terraplenagem e operação dos canteiros de obras), o meio biótico (perdas de ecossistemas ou remanescentes de áreas naturais) e o meio antrópico (deslocamentos de população e atividades, remanejamento de infraestruturas, geração de emprego e renda). Esses impactos são de abrangência restrita, ocorrendo em sua maioria na região de entorno da faixa de domínio e junto às áreas de apoio à construção. São impactos adversos e benéficos, cuja importância e magnitude dependem das características da via a ser implantada, do traçado escolhido (qualidade e estado de conservação dos ambientes naturais e construídos atravessados) e dos métodos construtivos utilizados. Desses elementos, a escolha do traçado é o que condiciona todos os demais impactos da fase de implantação, constituindo-se num aspecto estratégico.
- (ii) ***os impactos decorrentes da operação do empreendimento:*** Na fase de operação, os impactos mais frequentes ao meio ambiente são: o aumento da poluição do ar e dos níveis de ruído nas áreas lindeiras e o risco de acidentes com veículos transportando produtos perigosos, seus reflexos na segurança da população, nas atividades socioeconômicas das áreas lindeiras, na contaminação do solo e dos recursos hídricos. Em áreas naturais, há ainda risco da ocorrência de incêndios em áreas cobertas por vegetação e de atropelamento de fauna. Em áreas de expansão urbana há riscos de ocupação inadequada nas áreas lindeiras e a instalação de acessos irregulares à rodovia.
- (iii) ***os efeitos de médio e longo prazo sobre a:***
 - a) ***eficiência do sistema de transportes:*** Os efeitos de médio e longo prazo são impactos diretos e indiretos decorrentes da melhoria da eficiência nos sistemas de transportes, tratados aqui, e da consequente alteração da acessibilidade. Neste grupo se destacam os efeitos benéficos que constituem o objetivo principal do empreendimento: redução dos custos dos transportes rodoviários (cargas e passageiros para transposição e viagens com origem ou destino regional); e

melhoria da circulação viária urbana da região com o deslocamento das viagens de longa distância, e a consequente redução de congestionamentos, redução da emissão de poluentes, redução do risco de acidentes em áreas densamente habitadas, entre outros.

- b) *ocupação e uso do solo*: a melhoria do sistema de transportes modifica a acessibilidade entre as diversas sub-regiões da entre si e com outras regiões. A alteração de acessibilidade, por sua vez, modifica as vantagens locais relativas entre as sub-regiões e sua capacidade de atrair investimentos. Os efeitos da melhoria da acessibilidade são impactos indiretos e se expressam pela possibilidade de atração de atividades produtivas e empreendimentos imobiliários ao longo da faixa da rodovia e nas áreas do entorno das vias por ele interceptadas e pela potencial atração de população e indução de maior ocupação do solo nas regiões beneficiadas. Suscita-se por isso a questão da ocorrência de efeitos indiretos, como: a potencial atração de atividades de logística e produtivas e empreendimentos imobiliários ao longo da faixa da rodovia e nas áreas do entorno das vias por ele interceptadas; a potencial atração de população e indução de maior ocupação do solo nas regiões beneficiadas; o potencial impacto desse efeito de atração sobre a expansão tendencial da ocupação do solo das regiões afetadas; e o potencial impacto desse mesmo efeito sobre a qualidade ambiental do uso do solo nas regiões afetadas.

A magnitude dos impactos indiretos, benéficos ou adversos, depende de:

- maior ou menor articulação da rodovia com suas áreas lindeiras (interligação com outras rodovias, interligação com vias urbanas e acessos diretos das propriedades vizinhas à faixa de domínio);
- as características sociais, econômicas e de infraestrutura que determinam as estratégias de localização de atividades na metrópole (vantagens locais relativas entre sub-regiões);
- as características locais de estrutura urbana e ocupação do solo das áreas atravessadas; e
- a natureza formal ou informal, regular ou irregular, da ocupação atraída, e o consequente efeito sobre a qualidade ambiental do uso do solo.

Por se tratar de um impacto com natureza indireta, a efetivação desses impactos só se concretiza com a existência de outros fatores, tal como: disponibilidade de áreas favoráveis à implantação de novas atividades, disponibilidades financeiras e condições econômicas para os investimentos, adequação aos dispositivos legais de ordenamento territorial (legislação de uso do solo dos municípios e de proteção ambiental), bem como de fatores sociais e econômicos mais amplos e a falta de fiscalização e controle de proliferação de assentamentos informais, entre outros.

A partir das análises precedentes dos efeitos e impactos socioambientais, emergiram as questões estratégicas a serem respondidas pela AAE relativas às decisões sobre a implantação do empreendimento e questões específicas relativas aos efeitos nas diferentes fases. As questões gerais que orientaram o processo de decisão foram:

- a. Há ganho ou perda de sustentabilidade ambiental a longo prazo na RMSP com a implantação do Programa Rodoanel? Deve-se continuar ou não a implantação desse empreendimento?
- b. Qual a flexibilidade existente para uma estratégia de implantação por trechos, num horizonte de 10 a 15 anos? É possível deixar para o futuro a decisão sobre a necessidade e o traçado de trechos não prioritários?
- c. Qual a prioridade para o próximo Trecho a ser implantado?

As questões examinadas relativas aos efeitos das atividades de construção e operação que têm caráter estratégico foram:

- a) Quais requisitos técnicos e condicionantes sociais e ambientais devem ser estabelecidos para a definição do traçado nos diversos trechos do Rodoanel?
- b) Quais os requisitos para definição de métodos construtivos que considerem as peculiaridades das diversas regiões atravessadas, como áreas de proteção de mananciais, proximidade de unidades de conservação, assentamentos precários e bairros consolidados, entre outros?
- c) Como exercer um adequado acompanhamento ambiental das atividades de construção e operação da rodovia que garantam o alcance dos padrões estabelecidos na concepção do projeto?

A AAE buscou esclarecer também as questões relativas aos efeitos de médio e longo prazo decorrentes da melhoria da acessibilidade:

- i. Qual a magnitude do efeito isolado do empreendimento na alteração da estrutura urbana e no uso do solo metropolitano?
- ii. Que critérios devem orientar a definição das vias com acesso direto ao Rodoanel e o regulamento de acesso de áreas lindeiras de modo a potencializar efeitos benéficos para a estrutura urbana e alcançar padrões de ocupação desejados?
- iii. Como articular as interfaces do empreendimento com as demais políticas públicas em desenvolvimento nas regiões atravessadas?

O encaminhamento dos efeitos decorrentes das alterações de acessibilidade e do potencial de desenvolvimento urbano associado à implantação do Rodoanel foram tratados por meio do estabelecimento de diretrizes de macro-traçados, bem como por propostas intervenções específicas para proteção de áreas sensíveis e ações interinstitucionais articuladas no Programa Rodoanel, incluindo a política de acesso.

A partir da identificação dos efeitos do Rodoanel, foram selecionados os temas relevantes para avaliação estratégica do empreendimento, e que, portanto, foram utilizados como referência no processo de avaliação. Os temas relevantes selecionados para avaliação foram:

- a) Transportes, circulação e logística metropolitanos;
- b) Uso e ocupação do território metropolitano;
- c) Uso e consumo de recursos naturais e política de proteção e conservação;

- d) Proteção dos mananciais de abastecimento de água;
- e) Qualidade do ar e condições climáticas na RMSP.

Embora de natureza diversa dos demais temas tratados, também foi analisado, do ponto de vista estratégico, os procedimentos administrativos associados ao processo de licenciamento ambiental, especialmente em virtude da sua complexidade, magnitude e grau de importância das ações e medidas mitigadoras e compensatórias necessárias.

Por fim, foram selecionadas algumas alternativas de macro-traçado para atender aos requisitos técnicos da engenharia rodoviária e os requisitos sociais e ambientais decorrentes das análises precedentes.

3.2.3 Avaliação Ambiental do Programa

A avaliação estratégica foi o resultado de um processo que analisou o empreendimento sob a ótica de seus efeitos sobre a RMSP como um todo e sobre o anel peri-urbano onde o mesmo está sendo implantado, com foco nos impactos permanentes e de médio e longo prazos, e na sua sinergia com as políticas públicas setoriais, de desenvolvimento urbano e proteção ambiental existentes.

Para tanto, a avaliação foi apoiada em análises comparativas de situações futuras sem a continuidade da implantação do Rodoanel (cenário tendencial) e com a implantação dos novos Trechos do Rodoanel. Essas situações futuras foram construídas por meio de metodologias de projeção e de simulação.

Os efeitos avaliados foram:

- ***Efeitos sobre os transportes e a circulação viária***

A avaliação dos efeitos no sistema de transportes e circulação viária na RMSP foi estruturada com base na análise de matrizes de viagens/dia e de tempos de viagem entre zonas de tráfego dentro e fora da RMSP nos diferentes cenários avaliados e para tipos de veículos distintos (autos, caminhões e ônibus). Essas informações foram resultados de simulações, que utilizaram as seguintes bases de informações: (i) Pesquisa Origem/Destino realizada em 1997 pela Cia do Metrô, (ii) contagens de tráfego realizadas pela DERSA nos eixos rodoviários de acesso à RMSP, (iii) projeções de viagens realizadas para os estudos que embasaram a elaboração do PDDT, (iv) simulações de tráfego realizadas com o modelo VISUM.

As matrizes O/D (Origem/Destino) foram analisadas para quatro tipos de fluxos:

- Fluxos de Circulação Interna: Origem e Destino das viagens no interior da RMSP;
- Fluxos de Transposição / Geração de viagens na RMSP: Origem das viagens no interior da RMSP e destino em zonas fora da RMSP;

- Fluxos de Transposição / Atração de viagens na RMSP: Origem das viagens fora da RMSP e destino em zonas no interior da RMSP;
- Fluxos de Transposição / Passagem pela RMSP: Origem e Destino das viagens fora da RMSP, ou seja, zonas externas à RMSP.

Foram avaliados os efeitos em relação às seguintes variáveis:

- Tempos de viagem na RMSP, valores médios e totais, por tipo de fluxo e por tipo de veículo;
- Acessibilidade de áreas específicas: análise de alterações nos tempos de viagens entre regiões de interesse, no interior da RMSP;
- Fluidez do tráfego na RMSP;
- Efeito sobre o custo dos transportes.

As projeções apontaram para um desvio de cerca de metade dos fluxos de caminhões, que têm origem, destino ou ambos fora da RMSP; e para atração progressiva dos fluxos de caminhões com origem e destinos em pontos distantes dentro da própria RMSP, segregando o tráfego de carga de longa distância, que recorre a caminhões cada vez maiores, do transporte urbano de carga. Dessa forma, reduz o número de caminhões de grande porte circulando no viário metropolitano e, conseqüentemente, contribui para melhoria das condições de trânsito no viário urbano.

Contudo, em função da piora gradativa do trânsito na cidade decorrente do aumento previsto da frota, não se espera que os usuários do viário metropolitano tenham uma grande percepção de melhora do trânsito no longo prazo.

- ***Efeitos na estrutura urbana e no uso e ocupação do solo***

Os efeitos estratégicos do Rodoanel sobre a estrutura urbana da RMSP e sobre o uso e ocupação do solo possuem estreita relação com os efeitos sobre os transportes e a circulação viária, os quais foram analisados quanto: se o empreendimento modificaria as relações de acessibilidade da RMSP com seu entorno (a macrometrópole) e a acessibilidade relativa entre sub-regiões da própria metrópole, alterando vantagens locais para instalação de atividades econômicas e domicílios.

As questões estratégicas analisadas foram:

- O Rodoanel induz maior crescimento econômico à RMSP?
- Qual o papel do Rodoanel na redistribuição de atividades internamente na RMSP? Que áreas seriam mais atraentes?
- Qual o papel do Rodoanel na dinâmica de expansão da ocupação irregular do solo nas áreas de proteção aos mananciais?
- Qual o papel do Rodoanel na indução de ocupação com atividades e padrão compatível com a preservação ambiental?

De uma maneira geral, os resultados obtidos foram:

- (i) O valor absoluto da redução dos tempos de viagem é baixo frente às

- deseconomias existentes na RMSP;
- (ii) Há previsão de deslocamento das atividades de logística metropolitana para fora do tecido urbano, junto das vias de acesso ao Rodoanel ou para as áreas lindeiras com acessos regulamentados, resultando na liberação de vias públicas usadas como estacionamento pelas transportadoras, na redução da quantidade de caminhões pesados na distribuição ou coleta de mercadorias e na transferência de áreas de estocagem para regiões especializadas;
 - (iii) A alteração da acessibilidade proporcionada pelo Rodoanel não se constitui em fator relevante para alteração da dinâmica já instalada de crescimento populacional e de oferta de empregos no anel peri-urbano em que se insere, principalmente em virtude de ser uma via com acessos controlados, sem vantagens direta ao entorno;
 - (iv) Há um potencial de uso do Rodoanel como apoio às políticas de ocupação do solo, considerando seu potencial de uso como elemento catalizador de iniciativas e ações públicas voltadas à recuperação ambiental das áreas atravessadas e à ocupação do solo com melhor qualidade ambiental, bem como seu potencial como estruturador do espaço, em harmonia com as diretrizes de ordenamento territorial existentes.

- ***Efeitos sobre os recursos naturais***

Os efeitos sobre os recursos naturais foram avaliados de forma pré-estimada, para os seguintes itens: Recursos Hídricos, Cobertura Vegetal e Interferência em Áreas Protegidas, utilizando-se os traçados alternativos como referência. Essas estimativas foram realizadas nas escalas compatíveis com os objetivos da AAE, indicando a ordem de magnitude dos impactos potenciais. Os impactos efetivos foram levantados em detalhe nos EIA's de cada Trecho, após definição dos traçados, a nível de projeto.

- a. *Impactos diretos sobre os recursos hídricos*: Importou-se conhecer a função do corpo d'água na bacia, sua importância em relação aos usos atuais e futuros. Para a instalação da rodovia é necessária a realização de terraplenagem (cortes e aterros) e, ao modificar a topografia, o escoamento natural da água é alterado. Assim, critérios de projeto para o dimensionamento dos sistemas de drenagem definitiva da rodovia deverão, necessariamente, incorporar as características morfológicas, proporcionando tratamento adequado ao escoamento das águas pluviais. Complementarmente, durante as obras devem ser instaladas bacias de sedimentação e de contenção, para atenuação de erosões, de instabilizações e de inundações nas áreas urbanizadas.
- b. *Impactos quantitativos sobre a vegetação*: Realizou-se uma pré-estimativa dos prováveis números da supressão obrigatória de vegetação e a consequente reposição florestal compensatória, associada à implantação dos empreendimentos objeto da AAE, nas várias alternativas de traçado, com o objetivo de se conhecer previamente sua ordem de grandeza.

- c. *Impactos sobre áreas protegidas e biodiversidade*: Com relação às áreas protegidas, os traçados estudados evitaram a passagem dentro de Unidades de Conservação legalmente constituídas, especialmente as de Proteção Integral, e áreas-núcleo da Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo. Foi avaliado também a fragmentação de habitats pela supressão linear de vegetação para a implantação do Rodoanel, o aumento do efeito de borda nos fragmentos florestais cortados pela faixa de domínio.

• ***Efeitos sobre as Áreas de Proteção e Recuperação de Mananciais***

As áreas de proteção de mananciais foram analisadas sob dois aspectos na avaliação dos efeitos do Rodoanel: (i) efeitos sobre a quantidade de água (a produtividade hídrica das bacias) e (ii) efeitos sobre a qualidade da água que afluí aos reservatórios. Os efeitos foram analisados tendo em vista os impactos diretos da implantação da rodovia, e os impactos indiretos, decorrentes de eventual acréscimo de população ou alteração no uso e ocupação do solo.

- a. *Impactos diretos aos recursos hídricos*: Com relação aos impactos diretos da implantação da via, entendeu-se que não haveria qualquer efeito sobre a redução da produtividade hídrica das bacias, em virtude de a dimensão da área a ser pavimentada e da própria faixa de domínio onde ocorreram as intervenções serem pouco significativa em relação à área das bacias. Além disso, não há interrupção do fluxo dos cursos de água contribuintes dos reservatórios. Com relação à qualidade das águas, há riscos potenciais de poluição de cursos de água afluentes e dos próprios reservatórios durante a construção devido ao carreamento de solos, aumentando a turbidez das águas, e devido a eventuais derrames de combustíveis ou lubrificantes. Esses efeitos são passíveis de serem mitigados com a adoção de técnicas adequadas para contenção de sedimentos e controle das atividades de obra, resultando em impactos de baixa magnitude e importância.
- b. *Acidentes com produtos perigosos*: Os acidentes no transporte de produtos perigosos representam risco ambiental quando associados a acidentes de trânsito, promovendo derramamento da carga e o consequente dano ambiental através de explosão, incêndio, emissão de gases tóxicos, contaminação do solo e de cursos d'água. A avaliação dos efeitos do Rodoanel no transporte de produtos perigosos consistiu em dois aspectos básicos que a nova rodovia proporcionaria na alteração do risco de acidentes: (i) o Rodoanel retira o tráfego de caminhões que transportam produtos perigosos pelas vias urbanas e por áreas densamente ocupadas; (ii) o risco de acidentes em rodovias Classe "0" é muito inferior ao das demais rodovias. Além das características próprias do Rodoanel (Classe "0"), medidas operacionais e restritivas são acionadas no caso do transporte de cargas especiais, na prevenção de acidentes e no pronto atendimento às situações de emergência. Logo, o estudo de proteção adequada ao longo das áreas de contribuição dos mananciais, a instalação de dispositivos de contenção tipo caixas

ou bacias de captação e áreas especiais para estacionamento de veículos em condições de risco para inspeção e retenção provisória dos veículos são medidas aplicáveis nos casos de emergências. Todas as medidas são detalhadas em nível de projeto executivo e no Plano de Gerenciamento de Risco – PGR e Planos de Ação de Emergência – PAE.

- c. *Impactos indiretos*: O efeito de eventuais acréscimos de população devidos ao Rodoanel na qualidade da água dos mananciais de abastecimento foi avaliado em termos do acréscimo das cargas de Fósforo nas respectivas bacias dos sistemas produtores. Considerou-se ainda que a implantação do Rodoanel poderia contribuir para o controle das cargas poluidoras que afluem aos reservatórios por meio de duas ações: (i) a implantação de estruturas de contenção de sedimentos e cargas difusas junto aos cursos de água atravessados e (ii) pela implantação de parques e preservação da capacidade de autodepuração de sua várzea.

- ***Efeitos sobre a Qualidade do Ar e Clima***

Os benefícios do Rodoanel em termos de qualidade do ar decorrem de dois efeitos concomitantes: (i) o aumento generalizado da velocidade média do tráfego, reduzindo a duração e a extensão dos congestionamentos, com menores emissões de poluentes pelos veículos; e (ii) o deslocamento de parte das fontes móveis de emissão das áreas mais densamente ocupadas da RMSP para áreas de ocupação esparsa e não contínua.

As emissões veiculares foram calculadas com base nas curvas características de poluição dos seguintes componentes: Monóxido de Carbono (CO), Óxidos de Nitrogênio (NO_x) e Hidrocarbonetos (HC), levantadas pelo “*Swiss Federal Office for the Environment*”, que são as utilizadas pelo modelo VISUM e ajustadas para refletir os níveis de emissão estimados pela CETESB para a RMSP. Assim, foram (i) estimadas as emissões dos desses componentes para diferentes cenários; (ii) calculada a densidade de emissões por km² de área urbana da macrozona; (iii) calculada a população total beneficiada e afetada, para se ter uma primeira avaliação da apropriação pela população dos benefícios e custos do Rodoanel em termos de qualidade do ar; e (iv) calculada a população próxima às fontes de emissão, residente em uma faixa de 500 m, 1000 m e 2000 m de cada lado do eixo da via em toda a extensão da mesma, utilizando o Censo de 2000.

A análise das emissões de poluentes por macrozonas concluiu que os efeitos do Rodoanel são benéficos em relação à qualidade do ar na RMSP, uma vez que contribui para uma redução geral das emissões de poluentes devido ao ganho de velocidade pelos veículos automotores, bem como promove a desconcentração das fontes, transferindo as emissões para áreas periféricas, onde há áreas com menor ocupação e em condições mais favoráveis em termos de concentração e facilidade de dispersão.

Com relação aos efeitos sobre o clima urbano, avaliou-se a possibilidade de a implantação do Rodoanel provocar alterações no micro-clima junto à faixa de domínio e no âmbito da metrópole. Como resultado, concluiu-se que as alterações na superfície do solo provocada pela implantação de uma rodovia são de alcance local, podendo resultar em acréscimos

de temperatura que são sentidos apenas para quem esteja na própria plataforma pavimentada da rodovia e em seu entorno imediato. Já efeitos sobre o clima com alcance metropolitano não foram esperados, nem mesmo preocupações quanto à possibilidade de o empreendimento intensificar o fenômeno de “ilhas de calor”, uma vez que a área representada pelo próprio Rodoanel é muito pequena, se comparada ao território total da RMSP e insuficiente para modificar processos de escala metropolitana. Por outro lado, aventou-se a possibilidade de o empreendimento trazer algum efeito direto na alteração das temperaturas na metrópole no sentido de reduzir as temperaturas no centro (pela redução das fontes de calor representada pelos veículos) e de aumentar na periferia, atenuando-se as diferenças de temperatura entre o centro e a periferia.

3.2.4 Consolidação do Processo de Avaliação da AAE

Fase de Tomada de Decisão: PROGRAMA

Horizonte: 15 anos

Objetivo Geral: Avaliar a viabilidade ambiental do Programa Rodoanel Mario Covas, bem como questões estratégicas associadas à sua implementação gradativa.

A partir da identificação dos principais efeitos e impactos do Rodoanel, foram selecionados os temas relevantes para avaliação estratégica do empreendimento, e que, portanto, foram utilizados como referência no processo de avaliação. Os temas relevantes selecionados foram:

- a) ***Transportes, circulação e logística metropolitanos:*** abordou-se o tráfego de passagens, as viagens de transposição na região metropolitana, além das viagens internas de longa distância com origem e destino na própria região. Os efeitos esperados estão relacionados à redução do volume de tráfego, alteração nas condições de fluxo, redução de congestionamentos, aumento da velocidade média do fluxo e diminuição dos tempos de viagem. Em suma, avaliou-se as questões relacionadas à mobilidade e eficiência do sistema viário metropolitano.
- b) ***Estrutura urbana e uso e ocupação do território metropolitano:*** trata-se das alterações das vantagens e desvantagens locais para atração de atividades econômicas ou assentamento humano, em função da alteração da acessibilidade. Considera também que a alteração na logística afeta o uso e ocupação do solo, possibilitando a renovação urbana de áreas centrais para uso de atividades mais nobres anteriormente ocupadas por centros logísticos, mas que depende de diversos outros fatores socioeconômicos. Além disso, considerou-se que o traçado pode ser utilizado como efeito barreira para inibir o avanço da expansão urbana em determinados trechos de interesse ambiental e social. Em resumo, a análise dos efeitos potenciais sobre o uso e ocupação do solo deve considerar duas

categorias básicas: (i) os efeitos sobre os empreendimentos que atendem aos requisitos legais (urbanísticos e ambientais) para sua instalação; e (ii) os efeitos sobre os assentamentos informais, de baixa qualidade ambiental, com significativa presença no anel peri-urbano da metrópole.

- c) *Uso e consumo de recursos naturais e política de proteção e conservação:*** Os efeitos sobre a utilização e a qualidade dos recursos naturais foram considerados importantes fator de avaliação de sustentabilidade. Ao mesmo tempo o empreendimento provoca perdas de porções florestadas da metrópole (capoeiras), a reposição compensatória com essências florestais nativas, em número muitas vezes superior ao suprimido, a criação de novas unidades de conservação e o reforço à gestão das existentes, propiciará um real ganho ambiental se implantadas essas ações de forma planejada e integrada com outras políticas já em curso. Além disso, a utilização da rodovia como inibidor de ocupação em áreas frágeis pode significar uma proteção efetiva para áreas sensíveis, como as várzeas de cursos de água em área de mananciais e a preservação de áreas florestadas.
- d) *Proteção dos mananciais de abastecimento de água:*** A garantia do abastecimento de água potável em condições adequadas de qualidade é uma questão ambiental fundamental para manutenção da qualidade de vida da população metropolitana. Portanto, é fundamental a preservação da qualidade dos mananciais metropolitanos. O aspecto central sobre o qual se assenta o eixo da política de preservação dos mananciais é a necessidade de se controlar a ocupação do território das bacias contribuintes aos corpos d'água, de modo a garantir suas funções de produtoras de água bruta, em quantidade suficiente para atender às demandas para as quais foram projetadas, e em qualidade adequada para sua potabilização. Duas diretrizes passaram a ter maior importância nos avanços recentes da política de proteção de mananciais: a recuperação de assentamentos urbanos precários e o controle das cargas poluidoras que afluem aos cursos de água e aos reservatórios de regularização.
- e) *Qualidade do ar e condições climáticas:*** Foram dois efeitos potenciais previstos: (i) uma redução das emissões, pela melhor performance dos motores funcionando a velocidades mais altas do que no congestionado trânsito urbano, e (ii) uma distribuição dessas fontes, diminuindo as emissões em áreas já congestionadas e densamente habitadas, e transferindo-as para a faixa de domínio da rodovia e suas imediações, em geral mais abertas e de maior circulação de ventos de superfície, com menor densidade de ocupação.

A avaliação estratégica foi o resultado de um processo que analisou o empreendimento sob a ótica de seus efeitos sobre a RMSP como um todo e sobre o anel peri-urbano onde o mesmo está sendo implantado, com foco nos impactos permanentes e de médio e longo prazos, e na sua sinergia com as políticas públicas setoriais, de desenvolvimento urbano e proteção ambiental existentes. A consolidação do processo de avaliação utilizada na AAE do Rodoanel, pode ser visualizada no Quadro a seguir:

Fatores Avaliados	Dados utilizados	Indicadores / Medidas de Desempenho	Desagregação / Escala de análise
Transportes e a circulação viária	<ul style="list-style-type: none"> • Pesquisa Origem/Destino • Contagens de tráfego • Projeções de viagens • Simulações de tráfego • Viagens/dia 	<ul style="list-style-type: none"> • Tempos de viagem • Fluidez do tráfego • Custo dos transportes • Acessibilidade de áreas específicas 	<ul style="list-style-type: none"> • Entre zonas de tráfego • Por tipo de veículo (autos, caminhões e ônibus) • Por tipo de fluxo • Para diferentes cenários (períodos)
Estrutura urbana e uso e ocupação do solo	<ul style="list-style-type: none"> • Número estimado de empregos • Número estimado de domicílios por classe de renda e por zona • Salário médio e renda per capita • Divisão territorial em zonas de tráfego • Grau de acessibilidade (tempo de deslocamento entre zonas) 	<ul style="list-style-type: none"> • Indução do crescimento econômico • Redistribuição de atividades de logística • Áreas mais atraentes de ocupação • Expansão da ocupação irregular • Indução de ocupação com atividades e padrão compatível com a preservação ambiental • Consistência com Políticas de Ocupação do Solo 	<ul style="list-style-type: none"> • Na região • Em área de proteção a mananciais • Por cenários
Recursos Hídricos	<ul style="list-style-type: none"> • Função do corpo d'água na bacia • Importância em relação aos usos atuais e futuros • Área da bacia hidrográfica 	<ul style="list-style-type: none"> • Produtividade hídrica das bacias (quantidade de água) • Qualidade da água que aflui aos mananciais • Área a ser pavimentada em relação à área da bacia • Acidentes com produtos perigosos • Áreas de proteção e preservação de várzeas 	<ul style="list-style-type: none"> • Por bacia hidrográfica • Por área de proteção a mananciais • Por curso d'água de interesse • Por parâmetro de interesse (turbidez, óleos e graxas, fósforo)
Cobertura Vegetal	<ul style="list-style-type: none"> • Mapeamento de vegetação em estágios médios e avançado de regeneração • Delimitação de APP 	<ul style="list-style-type: none"> • Número estimado da supressão de vegetação • Reposição florestal compensatória • Fragmentação de habitats 	<ul style="list-style-type: none"> • Por alternativas de traçado • Escala 1:50.000
Áreas Protegidas e Biodiversidade	<ul style="list-style-type: none"> • Delimitação de APP e de UCs • Áreas de floresta nativa • Hidrografia e largura de cursos d'água 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento do efeito de borda nos fragmentos florestais cortados pela faixa de domínio • Intervenção em APP • Travessias de fauna 	<ul style="list-style-type: none"> • Por número • Por áreas estimadas • Extensão
Qualidade do ar e Clima	<ul style="list-style-type: none"> • Censo • Volume de tráfego 	<ul style="list-style-type: none"> • Variação percentual de emissões em tonelada/dia • Densidade de emissões por km² • População total beneficiada e afetada • População próxima às fontes de emissão, residente em uma faixa de 500m, 1000m e 2000m • Alterações no micro-clima junto à faixa de domínio e no âmbito da metrópole 	<ul style="list-style-type: none"> • Por parâmetros (CO, NOx e HC) • Por cenários • Por área urbana da macrozona

3.3 ESTUDOS DE IMPACTO AMBIENTAL (EIA)

3.3.1 Abordagens Metodológicas

Em virtude da estratégia definida para o licenciamento ambiental e implantação do Rodoanel em quatro (4) trechos, foram elaborados quatro (4) Estudos de Impacto Ambiental (EIA's) para o empreendimento completo, que seguiram metodologia similar, seguindo o determinado na Resolução CONAMA nº 01/86. Além disso, foram observados os Termos de Referência emitidos pelos órgãos licenciadores (DAIA/SMA e CETESB) e as diretrizes constantes na Avaliação Ambiental Estratégica - AAE.

Tendo em vista que os trechos foram construídos sequencialmente, os procedimentos metodológicos e a estrutura utilizados nos EIA's foram sendo aprimorados com a experiência acumulada da implantação e operação de cada trecho concluído, incorporando as peculiaridades para o trecho estudado.

De maneira geral, os EIA's foram realizados na sequência metodológica consolidada a seguir:

- i. As várias equipes especializadas iniciaram os seus trabalhos a partir de informações das características básicas do projeto; de uma revisão dos estudos ambientais já realizados sobre o Rodoanel; das críticas e sugestões apresentadas no processo de discussão dos mesmos; de uma revisão bibliográfica do conhecimento acumulado sobre a região onde o empreendimento se insere, e da experiência acumulada na implantação de projetos rodoviários similares.
- ii. Durante os levantamentos de campo e revisões de informações de fonte secundária para o diagnóstico, realizado simultaneamente no nível da Área de Influência Indireta - AII como na Área de Influência Direta – AID, as informações obtidas e analisadas foram sendo consolidadas em base cartográfica (com o uso de ferramentas de GIS e AutoCad) e consolidadas em textos segundo o seu nível de abrangência. Paralelamente, estas informações permitiram identificar restrições de caráter socioambiental para concepção e análise das macro-diretrizes de traçado, em desenvolvimento concomitante pela equipe de empresas projetistas com a participação da equipe do EIA.
- iii. Para este estudo de macro-diretrizes e alternativas de traçado, além de levantamentos e vistorias de campo para o diagnóstico, foram iniciados contatos e consultas com todas as prefeituras dos municípios da AID, que aportaram informações detalhadas sobre seus respectivos municípios e também sobre planos e projetos em desenvolvimento no âmbito municipal. Também outros órgãos da administração pública presentes na gestão de importantes equipamentos ou Unidades de Conservação - UC foram contatados (Fundação Florestal, Instituto Florestal, REBIO, SABESP, INFRAERO e outros).

- iv. Ao final da etapa de diagnóstico, e após balanço multicriterial incluindo variáveis socioambientais e de engenharia, selecionou-se em cada macro-diretriz considerada viável, a melhor alternativa de traçado. O estudo de alternativas foi feito em macro-diretrizes, a partir de informações atualizadas de restrições socioambientais, buscando construir um traçado com menor interferência sobre os componentes do meio físico, biótico e antrópico, e paralelamente, otimizar o projeto de engenharia, com a diminuição das interferências em terrenos. A consulta foi discutida com gestores municipais e estaduais, buscando identificar potenciais restrições e oportunidades para traçado do Rodoanel.
- v. Realizou-se, então, uma avaliação comparativa entre a melhor alternativa de traçado segundo critérios de transportes, engenharia e socioambientais.
- vi. A etapa final dos estudos de alternativas de traçado compreendeu a otimização da alternativa recomendada, de maneira a construir o traçado a ser avaliado e recomendado pelo EIA.
- vii. A avaliação detalhada dos impactos potenciais, medidas preventivas, de mitigação ou de compensação, e o balanço ambiental final foram detalhados e, sempre que possível, quantificados para este traçado otimizado.

Para etapa de estudo detalhado de impactos potenciais, a AID originalmente ampliada para abarcar toda área de estudo de macro-diretrizes e suas alternativas, foi redefinida em função da avaliação de impactos diretamente atribuíveis ao planejamento, construção e operação do traçado rodoviário selecionado. Portanto, um mapeamento da AID da diretriz escolhida, entendida como área sujeita a impactos diretos do traçado recomendado no EIA, foi mapeada em escala compatível e apresentada juntamente com a Área Diretamente Afetada – ADA. Nesta escala deu-se a proposição de medidas de mitigação e compensação ambiental, consolidadas em programas ambientais, e finalmente o balanço ambiental por componentes.

O processo de realização dos estudos ambientais incorporou em sua metodologia de análise o conceito de que o empreendimento, e o seu respectivo projeto de engenharia, são elaborados com base em um diagnóstico prévio das condicionantes ambientais da área de implantação e das respectivas áreas de influência, ao contrário de um conceito de avaliação *a posteriori* de um projeto de engenharia já definido.

Na etapa de Avaliação do Impacto Ambiental constante no EIA duas matrizes sintetizaram as interações entre ações, impactos e medidas. Os potenciais impactos sobre cada componente ambiental foram qualificados mediante alguns atributos (vetor, intensidade, abrangência geográfica, duração, reversibilidade). Para cada impacto foi feita uma Matriz, onde aparecem os respectivos atributos e uma listagem das medidas cabíveis. O balanço ambiental final do empreendimento considerou a correta aplicação das medidas preventivas, mitigadoras e compensatórias durante as fases de implantação e operação do empreendimento, consolidando, para cada componente, o impacto resultante após a aplicação das medidas.

3.3.2 Estudo de Transporte e os Benefícios Socioeconômicos

No presente item, serão apresentadas as informações sobre a abordagem de quantificação de benefícios para o setor de transporte de interesse ao balanço socioambiental do empreendimento.

Inicialmente, foi realizada uma apresentação de dados relacionados com as tendências de crescimento de frota veicular e de redução de velocidade na rede da RMSP. Foram então apresentados resultados das simulações de carregamentos de transportes realizadas para a análise da demanda de tráfego em cada trecho do empreendimento (oeste, sul, leste, norte), e as estimativas expeditas dos benefícios decorrentes da sua implantação, de maneira a permitir a análise dos efeitos do empreendimento no sistema de transporte da RMSP.

A análise da demanda e a modelagem de transportes foram realizadas pela Secretaria de Transporte por meio da utilização do *software* de análise de transportes “VISUM-PTV”. Realizou-se também todas as projeções de variáveis socioeconômicas inerentes aos processos de modelagem de transportes.

Foram adotados dois critérios de cálculo de benefícios derivados da implantação do empreendimento. O critério de estimativa de benefícios econômicos para efeito de análise de viabilidade socioeconômica do empreendimento; e um segundo critério, baseado nos valores de tempo, para as viagens de autos e caminhões, aplicado em estudos de viabilidade econômica de empreendimentos. Neste segundo caso, o valor do tempo é obtido a partir de uma pesquisa de preferência declarada (*stated preference survey*).

- *Quantificação de benefícios com critérios de avaliação socioeconômica*

O benefício socioeconômico gerado pela implantação do empreendimento foi estimado a partir do cálculo da redução anual em dois condicionantes do custo de transporte quando comparadas uma situação base (sem o empreendimento) com a situação futura (após a implantação do projeto):

- (i) custos operacionais de viagem (R\$/km); e
- (ii) custos relacionados ao valor do tempo de viagem (R\$/hora).

O custo operacional de viagem (R\$/km) foi aplicado ao indicador “veículo-km/dia” e o custo relacionado ao valor do tempo de viagem (R\$/hora) foi aplicado ao indicador “veículo-hora/dia”, ambos obtidos a partir dos resultados do processo de modelagem. Para os dois casos, os benefícios foram calculados separadamente para as matrizes de viagens de veículos particulares e comerciais.

Considerou-se por benefício derivados da implantação do empreendimento, no contexto da análise dos EIA's, os seguintes:

- O valor total das economias de custos operacionais de transporte, como decorrência da redução de tempos e/ou distâncias de viagem;
- O valor atribuído ao tempo economizado pela população nos seus deslocamentos.

Em síntese, a estimativa dos benefícios para veículos privados e veículos comerciais, foi feita, separadamente, pela seguinte expressão:

$$Ba = Cse(a) - Cce(a)$$

Onde:

Ba = Benefício para o ano *a*

Cse(*a*) = Custo generalizado de transporte para a situação *sem* o empreendimento no ano *a*

Cce(*a*) = Custo generalizado de transporte para a situação *com* o empreendimento no ano *a*

O valor do custo generalizado de transporte (C) é o resultado dos cálculos da soma dos (a) custos operacionais e dos (b) custos relacionados ao tempo de viagem, ou seja:

$$C = [(\text{veículo-km}) * (\text{R\$/km})] + [(\text{veículo-hora}) * (\text{R\$/hora})]$$

As simulações de velocidades médias foram fundamentais para avaliação ambiental do empreendimento, pois proporcionaram a base para o cálculo das economias de tempos de viagem, que é uma importante variável para representar os benefícios para a qualidade de vida da população. Permitem, também, dimensionar as reduções de custos de transportes, variações nos volumes de emissões atmosféricas de fonte móvel, ganhos sub-regionais de acessibilidade, etc.

Em relação ao tempo de viagem, os ganhos estão relacionados ao aumento da velocidade média e/ou à diminuição das distâncias globais percorridas. Os custos de transporte são reduzidos em consequência da melhoria nas condições das vias, do aumento da velocidade média e/ou redução das distâncias de viagem.

Outros benefícios econômicos não considerados nos estudos de transporte foram analisados ao longo do EIA, tais como as reduções de custos de manutenção do sistema viário intra-urbano, como decorrência da redução do tráfego de caminhões; as economias decorrentes da redução de acidentes de trânsito; e as economias decorrentes da redução dos níveis de contaminação do ar.

Outros parâmetros necessários para as estimativas dos benefícios são:

- *Custo operacional dos veículos*: O custo operacional é composto por custos fixos e custos variáveis. Os custos fixos mensais incluem depreciação, remuneração de capital, gastos com licenciamento, seguro obrigatório e IPVA, seguro do carro e, para o caso dos veículos comerciais, salário do motorista e respectivos encargos. Já os custos variáveis incluem gastos com manutenção, pneus, câmaras e recapagens, combustível, lubrificantes e lavagens. Para cálculo dos benefícios

socioeconômicos foram excluídos dos custos operacionais as taxas e tributos incidentes.

- *Taxa de Ocupação Veicular:* As taxas de ocupação veicular (necessárias para o cálculo dos benefícios decorrentes da redução de tempos de viagem de motoristas e passageiros) foram obtidas por fonte secundária (Revista Frota e Serviços). Os valores adotados foram 1,2 passageiros/veículo (automóveis) e 36 passageiros/veículo (ônibus).

A partir das taxas de ocupação veicular e dos indicadores de tempos de viagens estimaram-se os valores totais do indicador de “custo de tempo gastos em viagens por dia”, expresso em homens x horas.

- *Valores Atribuíveis às Economias de Tempo dos Usuários:* Os benefícios devidos aos ganhos do tempo de viagem, para cada ano do empreendimento, e para cada categoria de usuários, foram estimados com base no seguinte cálculo:

$$BT = (HH\ TO - HH\ TOS) * (VT)$$

Onde,

- BT = benefício devido ao ganho de tempo de viagem (em R\$)
- HH TO = homens horas anuais gastos com transportes na área de estudo para a alternativa básica (situação presente).
- HH TOS = homens horas anuais gastos com transportes na área de estudo para a alternativa com o empreendimento (situação futura)
- VT = valor do tempo de viagem para uma unidade de homem x hora (em R\$)

3.3.3 Estudo de Alternativas de Traçado

Os estudos de traçado foram desenvolvidos durante as fases iniciais de elaboração do EIA com a participação dos coordenadores da equipe técnica responsável pelo estudo, em conjunto com a agência de transporte responsável e com as empresas projetistas. Esses estudos seguiram procedimentos metodológicos destinados a garantir que:

- a avaliação ambiental comparativa das alternativas contemplasse, de maneira ponderada, todos os critérios de avaliação pertinentes;
- a metodologia de identificação de alternativas garantisse que todas as alternativas tecnicamente viáveis fossem contempladas, incluindo as suas variantes e combinações possíveis.

As variáveis ambientais foram incorporadas ao estudo de alternativas locais, contribuindo para otimização do traçado preferencial, com consequente redução da intensidade de impactos socioambientais do empreendimento. A otimização envolveu ajustes de traçado e geometria, sistema de drenagem, posicionamento de obras de arte

especiais e métodos construtivos. Essa etapa contou com análise multicriterial baseada na consideração simultânea de um amplo conjunto de critérios de formulação e seleção de alternativas de traçado.

Os estudos de alternativas de traçado entre os quatro (4) trechos do Rodoanel, podem se resumir em 5 etapas principais, conforme descritas a seguir:

- *1ª Etapa: Levantamento de alternativas históricas de traçado e avaliação sintética:* Consistiu no levantamento de todas as propostas anteriores de implantação, identificando-se os aspectos favoráveis e desfavoráveis apontados em cada caso e a viabilidade de tais propostas no atual contexto socioespacial.
- *2ª Etapa: Identificação e seleção de macro-diretrizes de traçado:* O processo de seleção de traçado foi gradual, contemplando inicialmente a identificação e seleção de macro-diretrizes de traçado, ou seja, de faixas ou corredores sobre os quais é possível o desenvolvimento de um traçado. Na prática, cada macro-diretriz pode ser definida também como uma faixa de busca de alternativas. Os elementos com restrição de interferências significativas considerados foram:
 - a. Pegada da obra (extensão ou área);
 - b. Unidades de Conservação de Proteção Integral (Lei 9.985/2000);
 - c. Áreas com significativa cobertura vegetal nativa (supressão e segmentação e/ou isolamento de fragmentos nativos remanescentes);
 - d. Áreas de ocupação urbana consolidada, que implicasse na relocação intensiva de população e atividades econômicas, segmentação de áreas urbanas e alteração das condições e do padrão de funcionalidade do espaço urbano afetado, exceto em áreas de ocupação irregular e em áreas de risco;
 - e. Áreas de elevada fragilidade natural do relevo, tendo como referência o mapeamento das áreas com severas restrições à ocupação, baseado na Carta de Aptidão Física ao Assentamento Urbano (IPT/EMPLASA, 1990);
 - f. Recursos hídricos, considerando número e extensão de travessias fluviais e sistemas produtores de água.
- *3ª Etapa: Consulta e discussão com prefeituras municipais e outras partes interessadas:* As macro-diretrizes estudadas ou selecionadas subsidiaram as consultas e reuniões técnicas com representantes das prefeituras dos municípios cujos territórios são interceptados pelas macro-diretrizes selecionadas, em especial dos setores responsáveis pelo planejamento urbano e gestão ambiental. As reuniões visaram a apresentação e discussão técnica dos estudos em desenvolvimento e a solicitação de informações relativas aos projetos e planos desenvolvidos pelos municípios, sugestões e eventuais interferências no espaço situado ao longo das macro-diretrizes pré-selecionadas. A interlocução técnica foi mantida também com outras diferentes instituições intervenientes nesta etapa de estudos de engenharia e socioambientais, tanto para coleta de dados como para conseguir subsídios ao desenvolvimento dos estudos.

- *4ª Etapa: Identificação e seleção de diretrizes de traçado:* Com base na análise de imagens aéreas, inspeções de campo e sobrevoo, foi efetuada a identificação das transposições possíveis e a formulação de diretrizes de traçado mediante interpolação entre os locais de maior restrição. A partir do grupo de diretrizes identificado, desenvolveram-se estudos de engenharia, comparando as características geométricas de cada diretriz, bem como o porte das intervenções sobre os terrenos, a intensidade e magnitude das atividades de terraplenagem.

O **Quadro 10** apresenta os critérios que nortearam a realização dos estudos na fase de identificação e seleção de diretrizes de traçado.

Quadro 10 - Critérios para seleção de traçado.

Aspectos Gerais	• Geometria do projeto
	• Sugestões e adequações em função de projetos das municipalidades
	• Efeito barreira potencial
Aspectos do Meio Antrópico	• Interferência com áreas urbanas consolidadas e necessidades de relocação de população e desapropriações
	• Segmentação de áreas urbanas
	• Interferência com áreas objeto de concessão de lavra de exploração mineral
	• Contiguidade a áreas urbanas com baixo nível de ruído atual
	• Necessidade de relocação de indústrias com reduzida mobilidade
	• Interferência com utilidades lineares (gasodutos, oleodutos, linhas de transmissão e outras pertinentes)
	• Interferência com Patrimônio Histórico
Aspectos do Meio Biótico	• Interferência com maciços florestais de grande porte e com fragmentos enquadrados nos estágios sucessionais médio ou avançado
	• Interferência com fragmentos florestais inseridos em zonas com conectividade aparente
	• Interferências com Unidades de Conservação
	• Zonas de preservação e/ou interesse ambiental estabelecidas na legislação municipal de ordenamento territorial
Aspectos do Meio Físico	• Cruzamento de reservatórios
	• Cruzamento de várzeas / planícies de inundação
	• Interferência com bacias de contribuição de mananciais de abastecimento público e proximidade com captações de água para abastecimento público
	• Travessias de canais de drenagem
	• Existência de aterros industriais e sanitários
	• Interferência com o relevo e intensidade das atividades de terraplenagem
	• Trechos com terraplenagem desbalanceada e elevada necessidade de áreas de apoio
	• Dimensão das áreas fora da faixa sujeitas à movimentação de terra
	• Trechos com necessidade de caminhos de serviço externos à faixa de domínio

Observações:

1. O parâmetro qualidade do ar não foi considerado como critério de avaliação comparativa, por entender que a distribuição espacial dos potenciais impactos associados sobre a qualidade do ar seria pouco alterada em função de variações no traçado, não constituindo fator determinante de subsídio à seleção.

2. Por se tratar de estrutura linear prevista em um espaço geográfico complexo, não foi possível eliminar todas as interferências indesejáveis. Todavia, foi possível minimizar interferências e os impactos ambientais decorrentes, cabendo à análise multicriterial nortear a tomada de decisão do traçado.
- *5ª etapa – Otimização da diretriz selecionada e seleção final da alternativa:* mediante a consideração simultânea dos critérios de formulação e seleção de diretrizes de traçado especificados na etapa anterior, otimizou-se o(s) traçado(s) selecionado(s), reduzindo a intensidade de interferências não completamente eliminadas ou evitadas nas fases anteriores dos estudos.

3.3.4 Avaliação Ambiental

A metodologia de análise de impacto ambiental desenvolvida objetivou viabilizar uma avaliação detalhada do *impacto resultante* em cada componente ambiental da área de influência do empreendimento. Entendeu-se como *impacto resultante* o efeito final sobre cada componente ambiental afetado, após a execução de todas as ações impactantes e a aplicação ou implementação de todas as medidas preventivas, mitigadoras ou compensatórias propostas para o empreendimento. Os componentes ambientais foram, por sua vez, classificados em três grupos: (a) Componentes do meio físico; (b) Componentes do meio biótico; (c) Componentes do meio antrópico.

O **Quadro 11** apresenta a consolidação dos componentes ambientais e os grupos dos impactos ambientais potenciais.

Quadro 11 - Impactos potenciais identificados nos estudos ambientais.

Componentes Ambientais	Impactos Potenciais
Meio Físico	Impactos Potenciais nos Terrenos
	Impactos Potenciais nos Recursos Hídricos Superficiais
	Impactos Potenciais nos Recursos Hídricos Subterrâneos
	Impactos na Qualidade do Ar
Meio Biótico	Impactos Potenciais na Vegetação
	Impactos Potenciais na Fauna
Meio Antrópico	Impactos Potenciais na Infraestrutura Viária, no Tráfego e nos Transportes
	Impactos Potenciais na Estrutura Urbana
	Impactos Potenciais nas Atividades Econômicas
	Impactos Potenciais na Infraestrutura Física e Social
	Impactos Potenciais na Qualidade de Vida da População
	Impactos Potenciais nas Finanças Públicas
	Impactos Potenciais no Patrimônio Arqueológico e Cultural

Para a identificação de impactos ambientais, utilizou-se a Matriz de Interação, que consiste, basicamente, no resultado do cruzamento entre as *ações potencialmente impactantes do empreendimento* e os *componentes ambientais passíveis de serem afetados* pelas mesmas. Trata-se de uma adaptação do método desenvolvido por Leopold et al. (1971).

Os impactos foram analisados e, sempre que possível, espacializados em uma única base cartográfica. Para cada impacto resultante, foi elaborada uma *Matriz de Consolidação* específica, onde aparecem os atributos dos impactos, bem como as listas das ações impactantes e as medidas aplicáveis. Os atributos analisados foram:

- Vetor: Indica se o impacto resultante é Negativo ou Positivo, por vezes pode apresentar dois vetores opostos (positivo e negativo) sobre o mesmo componente.
- Intensidade: Poderá ser Baixa, Média ou Alta. Avalia a relativa intensidade com que os componentes ambientais serão afetados, com base em parâmetros quantitativos (por exemplo, quantidades de populações afetadas) ou qualitativos (fatores relacionados aos diferentes pesos e características de cada impacto, bem como à situação atual de cada componente).
- Abrangência geográfica: Define a difusão espacial de cada impacto resultante. Pode ser mais localizada na ADA, AID ou AII, ou em escala metropolitana (RMSP) ou regional.
- Reversibilidade: Define o grau de reversibilidade do impacto, que está diretamente relacionado à intensidade. No caso de impactos negativos, estes podem ser *Totalmente Reversíveis* – isto é, o impacto resultante deixa de ocorrer ou apresenta intensidade desprezível depois de cessadas as ações e/ou aplicadas as medidas cabíveis –, *Parcialmente Reversíveis* – quando as medidas são capazes de atenuar a intensidade dos efeitos negativos residuais e estes têm duração de médio prazo – ou *Irreversíveis* – quando mesmo após a aplicação das medidas, o impacto residual for significativo em termos de intensidade (média ou alta) em médio e longo prazos.
- Tempo de indução: tempo do impacto potencial em relação ao início das ações impactantes. A indução pode ser: Imediata (o impacto inicia-se com a ação), em Curto Prazo (2 anos), Médio Prazo (2 a 10 anos) e Longo Prazo (mais de 10 anos ou durante a vida operacional do empreendimento);
- Tempo de permanência: tempo do impacto resultante depois de cessadas as ações impactantes e da aplicação de todas as medidas. O impacto poderá cessar imediatamente com o término da ação, em Curto Prazo (até 2 anos), Médio Prazo (2 a 10 anos) ou Longo Prazo (acima de 10 anos). Um impacto de longo prazo pode ser considerado um impacto parcialmente reversível ou irreversível.

Essa análise favoreceu a compreensão mais global e sistêmica entre subgrupos afins de impactos, em uma abordagem que permitiu estabelecer um conjunto de medidas preventivas, mitigadoras e compensatórias, que foi estruturado em Programas Socioambientais.

3.3.5 Os Fatores e Impactos Significativos Avaliados no EIA

Os critérios considerados no estudo de alternativa de traçado devem ser integralmente contemplados em uma estrutura de avaliação, uma vez que a escolha do traçado condiciona todos os demais impactos da fase de implantação, constituindo-se num aspecto estratégico a ser tratado.

Para os impactos resultantes, os fatores avaliados no Estudo de Impacto Ambiental, seguidos da descrição, estão apresentados no quadro a seguir.

Quadro 12 - Componentes ambientais avaliados nos EIA's.

C.1 Componentes do Meio Físico	Descrição
C.1.01 Terrenos	Reúne os elementos relacionados com o modelado dos terrenos, os materiais de ocorrência natural e os processos de dinâmica superficial ou fragilidades naturais.
C.1.02 Recursos hídricos superficiais	Corpos d'água cujas bacias de contribuição serão atravessadas pela rodovia.
C.1.03 Recursos hídricos subterrâneos	Recursos hídricos subterrâneos sujeitos a potencial impacto decorrente do rebaixamento do nível freático durante a construção, que pode ocorrer em algumas porções de planícies aluviais (correção ou substituição de solos) e nos cortes profundos, bem como da possibilidade de contaminação com produtos perigosos.
C.1.04 Ar	Durante a fase de implantação, há a possibilidade de ocorrer impactos negativos na qualidade do ar nas áreas de maior movimentação de terra e circulação de veículos pesados, ao longo dos acessos da obra e em torno das instalações industriais provisórias. Na fase de operação, com a circulação de veículos na rodovia há um aumento da emissão de poluentes atmosféricos ao longo da mesma, quando comparado com a situação atual da região. Por outro lado, a utilização da rodovia em detrimento dos caminhos utilizados no interior da RMSP colabora para a melhoria da qualidade do ar de uma maneira ampla e difusa na RMSP.
C.2 Componentes do Meio Biótico	Descrição
C.2.01 Cobertura vegetal	Refere-se a toda a cobertura vegetal nativa ou exótica pré-existente na área a ser diretamente afetada (ADA), nas porções da faixa de domínio da alternativa de traçado selecionada, e nas áreas de apoio, externas a estas faixas, as quais serão suprimidas na fase de implantação.
C.2.02 Fauna	Dividida em fauna terrestre e fauna aquática. A fauna terrestre é composta por representantes diversos dos grupos da mastofauna, avifauna, herpetofauna. Já a fauna aquática pelas comunidades de ictiofauna, zooplâncton e fitoplâncton, além de zoobentos associados a macrófitas.
C.3 Componentes do Meio Antrópico	Descrição
C.3.01 Infraestrutura viária, tráfego e transportes	Inclui toda tipologia de vias públicas, desde estradas rurais não pavimentadas, vias urbanas de primeira, segunda e terceira ordem, vias arteriais, e rodovias.
C.3.02 Estrutura urbana	Engloba as características hierárquicas e funcionais e compartimentos diferenciados da mancha urbana, que incluem centros e subcentros de serviços, os polos industriais, eixos arteriais, bairros e áreas peri-urbanas, e outros aspectos vinculados.

C.1 Componentes do Meio Físico	Descrição
C.3.03 Atividades econômicas	Enquadram-se como atividades econômicas, todos os estabelecimentos industriais, comerciais e de serviços e de serviços. As atividades agrícolas, silvicultura e outras formas de atividade e comércio rural também estão incluídas nesse componente.
C.3.04 Infraestrutura física e social	Por infraestrutura física entendem-se todas as redes de utilidades públicas, excluídas as redes viárias que foram classificadas como outro componente. Já a infraestrutura social compreende os equipamentos públicos e/ou privados de educação, saúde, e outros serviços de atendimento da população.
C.3.05 Qualidade de vida	Nesse componente agrupam-se aspectos relativos à qualidade ambiental auferida pela população residente (qualidade do ar, níveis de ruído, paisagem), assim como outras variáveis potencialmente alteráveis pelo empreendimento, como a situação patrimonial, os tempos de viagem, entre outros.
C.3.06 Finanças Públicas	O componente finanças públicas remete-se à situação das receitas e despesas fiscais nas três esferas de governo. As finanças públicas passíveis de impactação pelo empreendimento são as da esfera Federal, Estadual (São Paulo) e Municipal, nesse último caso com maior foco nas finanças dos municípios interceptados pelo traçado, mas podendo envolver também as finanças de outros municípios da AII.
C.3.07 Patrimônio Arqueológico, Histórico e Cultural	Compreende os bens patrimoniais, móveis e imóveis (sítios arqueológicos pré-coloniais, de contato e históricos, sítios de valor etnográfico, edificações e conjuntos edificados de valor histórico-arquitetônico, edificações e conjuntos edificados de expressão vernacular e paisagens notáveis), e expressões culturais coletivas presentes na área de influência do empreendimento.

Para auxiliar na seleção dos indicadores provenientes do EIA, foram mapeados os impactos e os seus atributos constantes na Matriz de Consolidação, resultante da avaliação dos impactos ambientais. Com base no princípio da intergeracionalidade, os impactos considerados mais relevantes no contexto da sustentabilidade urbana foram aqueles que apresentaram um dos seguintes atributos:

- d. *Intensidade*: alta;
- e. *Reversibilidade*: irreversível;
- f. *Tempo de permanência*: longo ou permanente.

A matriz de análise dos impactos considerados nesta pesquisa está apresentada no **Apêndice A**. A relação final de impactos resultantes que serviu de base para a seleção dos indicadores-chave, visando auxiliar no desenvolvimento da estrutura de avaliação da sustentabilidade, pode ser verificada no **Quadro 13**, a seguir. Assim, um total de 49 impactos foram selecionados para o desenvolvimento da estrutura.

Quadro 13 - Impactos ambientais selecionados do EIA's.

Componente	Impactos Ambientais
C.1 Meio Físico	I.1 Impactos no Meio Físico
C.1.01 Terrenos	1.03 Aumento das áreas impermeabilizadas
	1.05 Alteração do risco de contaminação de solo por vazamento de produtos perigosos durante a operação
C.1.02 Recursos hídricos superficiais	2.01 Alterações no regime fluviométrico de cursos d'água
	2.05 Alteração da distribuição do risco de contaminação dos corpos hídricos durante a operação

Componente	Impactos Ambientais
	2.06 Alteração na qualidade dos corpos hídricos pelo escoamento das águas pluviais (cargas difusas) durante a operação
C.1.03 Recursos hídricos subterrâneos	3.01 Alteração no regime de fluxo das águas subterrâneas (rebaixamento) 3.03 Risco de contaminação do lençol freático durante a operação
C1.04 Ar	4.02 Impactos na qualidade do ar durante a operação
C.2 Meio Biótico	I.1 Impactos no Meio Biótico
C.2.01 Cobertura vegetal	5.01 Redução da cobertura vegetal da área diretamente afetada 5.02 Risco de supressão de espécies protegidas e/ou em listas de ameaça de extinção 5.03 Ampliação do grau de fragmentação florestal e instalação do efeito de borda 5.04 Alteração do nível de risco da ocorrência de incêndios nas florestas remanescentes no entorno da rodovia 5.05 Efeitos nas comunidades ribeirinhas pelas interferências nos cursos d'água e nas planícies aluviais
C.2.02 Fauna	6.01 Alteração local do número e da composição das comunidades de vertebrados terrestres como decorrência da redução e fragmentação de habitats 6.02 Interferências com corredores ecológicos 6.03 Afugentamento de fauna, aumento dos riscos de atropelamento e da pressão de caça durante a implantação 6.06 Alteração no nível e distribuição espacial do risco de contaminação da fauna aquática e edáfica por acidentes com produtos perigosos
C.3 Meio Antrópico	I.1 Impactos no Meio Antrópico
C.3.01 Infraestrutura viária, tráfego e transportes	7.04 Impactos nos níveis de carregamento do sistema viário da região (AII) 7.05 Melhoria da acessibilidade entre rodovias radiais da RMSP 7.06 Benefícios socioeconômicos devidos à redução dos tempos de viagem 7.07 Alterações no padrão de segurança do tráfego intraurbano e redução de acidentes 7.08 Melhoria no grau de confiabilidade dos usuários no sistema viário metropolitano 7.09 Redução dos custos de manutenção da malha viária intraurbana da RMSP 7.10 Redução de problemas decorrentes da circulação de cargas altas 7.11 Favorecimento da intermodalidade no transporte de cargas 7.12 Interferências com fluxos transversais de pedestres 7.13 Redução das Emissões de Gases de Efeito Estufa
C.3.02 Estrutura urbana	8.01 Indução à ocupação de terrenos vagos e áreas não urbanizadas 8.02 Alterações dos valores imobiliários 8.03 Aumento do grau de atratividade para usos residenciais 8.04 Aumento do grau de atratividade para atividades econômicas 8.05 Ruptura da malha urbana
C.3.03 Atividades econômicas	9.01 Melhoria no padrão de acessibilidade às atividades econômicas 9.03 Geração de empregos diretos e indiretos durante a operação 9.04 Desativação de atividades econômicas localizadas na ADA 9.05 Descentralização da oferta de emprego
C3.04 Infraestrutura Física e Social	10.04 Alteração dos perímetros de atendimento dos equipamentos públicos locais 10.05 Melhoria no padrão de acesso a equipamentos públicos de importância metropolitana
C.3.05 Qualidade de vida	11.01 Mobilização social durante as etapas de planejamento e implantação 11.05 Desapropriação 11.06 Relocação de Moradias

Componente	Impactos Ambientais
	11.07 Aumento dos níveis de ruído durante a operação
	11.08 Alterações localizadas nas relações sociais entre comunidades de áreas urbanas consolidadas
	11.09 Alterações na paisagem
	11.10 Redução dos tempos de viagem de passageiros
	11.11 Aumento das opções de emprego para a população motorizada
C.3.06 Finanças Públicas	12.01 Aumento nas receitas fiscais durante a construção
	12.02 Aumento nas receitas fiscais durante a operação
	12.03 Impactos nos níveis de investimento privado

Esses impactos selecionados do EIA foram considerados para a determinação dos indicadores ou das medidas de desempenho constantes na estrutura de avaliação, visando orientar a mensuração dos mesmos na fase de avaliação ambiental de projetos.

Com vistas a desenvolver a estrutura de avaliação, foi verificado nos EIAs desenvolvidos para o Rodoanel quais foram os métodos de avaliação e mensuração dos impactos considerados mais relevantes para a sustentabilidade urbana. A descrição dos impactos e métodos de avaliação e mensuração estão apresentados a seguir:

- ***1.03 Aumento das áreas impermeabilizadas***

A impermeabilização ao longo do traçado compreende principalmente os locais de implantação das faixas de rolamento e acostamento, com exceção das travessias em pontes, viadutos e túneis, onde são mantidas em superfície a permeabilidade. Assim, calculou-se a porcentagem de pavimentação da faixa de domínio do traçado preferencial, verificando-se a taxa de permeabilidade da faixa reservada para a rodovia. Essa porcentagem foi comparada com as áreas das sub-bacias atravessadas pelo traçado proposto, verificando-se o acréscimo mínimo de impermeabilização e a relação as áreas já impermeabilizadas existentes. Dessa forma, foi possível avaliar os impactos na redução da produtividade hídrica das sub-bacias atravessadas e os efeitos sobre os picos de escoamento superficial.

- ***1.05 Alteração do risco de contaminação de solo por vazamento de produtos perigosos durante a operação***

No que tange especificamente à circulação de cargas perigosas, o risco de acidentes em vias intra-urbanas tende a ser reduzido em função de dois fatores:

- Redução no número e na extensão das viagens dentro da malha urbana da região metropolitana, em decorrência do desvio do volume de tráfego para o novo empreendimento rodoviário, em particular de veículos com cargas perigosas;
- Melhora relativa no nível de segurança do trânsito nos eixos cujo carregamento venha a ser significativamente aliviado e transferido para uma nova rodovia com melhores padrões de segurança do que em vias intraurbanas de padrão diverso, em geral inadequado à circulação de cargas perigosas.

Por outro lado, devem ser considerados os riscos de acidentes com cargas perigosas no novo empreendimento, o qual deverá ser projetado com padrão rodoviário e diretrizes de otimização da segurança.

Vale ressaltar que, nos casos de derramamentos de produtos perigosos, o impacto sobre o solo tende a ser pontual, limitado aos locais com solo exposto (canteiros laterais e centrais) uma vez que, as maiores porções a serem mais atingidas pelos derrames correspondem a áreas impermeabilizadas dos pavimentos, os quais são dotados de sistema de drenagem superficial, podendo conter caixas de passagem e caixas de retenção. Além disso, este impacto também é minimizado pelo atendimento a emergências.

Para este impacto, calculou-se os índices de acidentes (IA) a partir do número médio de acidentes/km.ano.

- ***2.01 Alterações no regime fluviométrico de cursos d'água***

A drenagem de pistas e das áreas de corte e aterro na faixa de domínio pode reduzir os tempos de concentração e aumentar as áreas das bacias de contribuição de algumas drenagens naturais, resultando na elevação das vazões nos trechos a jusante dos pontos de lançamento do sistema de drenagem da rodovia. Associados a esse impacto, poderão ocorrer problemas pontuais, como desestabilização de margens (erosão fluvial) ou o aumento do risco de inundações.

A análise detalhada das situações concretas e a mitigação desse potencial impacto depende de verificação específica na etapa de detalhamento do projeto executivo de drenagem, cabendo a adequação do mesmo quando isto se mostrar relevante. Contudo, deve-se ter maior atenção em canais de 1ª ordem que drenam terrenos de amorceados montanhosos.

- ***2.05 Alteração da distribuição do risco de contaminação dos corpos hídricos durante a operação***

Durante a fase de operação da rodovia existe o impacto potencial de contaminação dos cursos de água atravessados em decorrência de acidentes rodoviários com veículos que transportam produtos perigosos, ou também pelo carreamento de cargas difusas pela lavagem das superfícies durante os eventos de chuva.

Assim, a implantação da rodovia pode representar um impacto positivo na redução do risco de acidentes quando a rodovia a ser implantada representa melhores padrões de segurança rodoviária, reduzindo o volume de tráfego e a extensão das viagens de outras vias com padrão de segurança inferior.

Por outro lado, sempre existirá o risco de ocorrência de acidentes envolvendo produtos perigosos na nova rodovia. Assim, no detalhamento do projeto de engenharia, devem ser indicados pontos para instalação de caixas de retenção e retardamento do escoamento desses produtos.

- ***2.06 Alteração na qualidade dos corpos hídricos pelo escoamento das águas pluviais (cargas difusas) durante a operação***

Cargas difusas podem afluir em cursos de água e mananciais decorrente da lavagem pelas chuvas de parcela atribuível das pistas de rolamento da rodovia, da faixa de domínio e do sistema de drenagem do empreendimento. Outros aportes de cargas difusas geradas na própria faixa de domínio podem incluir lixo comum lançado pelos motoristas, e sedimentos gerados em áreas instáveis ou pontos de erosão.

- ***3.01 Alteração no regime de fluxo das águas subterrâneas (rebaixamento)***

O principal impacto potencial do empreendimento nas águas subterrâneas é o rebaixamento de aquíferos durante a construção, que poderá ocorrer em algumas das porções das planícies aluviais, em especial naquelas em que os solos serão corrigidos ou substituídos, nos cortes profundos e também nos maciços escavados por túneis.

Os efeitos esperados pelo rebaixamento do aquífero estão relacionados à:

- diminuição da disponibilidade de água para formações florestais do entorno, podendo ocorrer a perda de vitalidade da vegetação;
- perda da disponibilidade hídrica dos aquíferos, em função do rebaixamento do nível de poços do tipo cacimba/cisterna existentes em propriedades lindeiras (junto às cristas dos cortes);
- captura de nascentes.

Para avaliação do impacto relacionado ao rebaixamento do nível freático de porções de planícies aluviais com necessidade de tratamento de solo, calculou-se a extensão do trecho que deveriam ter o solo corrigido e/ou substituído.

No caso dos cortes, a ocorrência deste impacto depende principalmente da profundidade do lençol freático, o qual deverá estar com nível superior à base do corte. De qualquer forma, o risco de rebaixamento do lençol freático é maior no caso da execução de cortes profundos, que podem interferir com o lençol freático onde ele for mais superficial. Para avaliação desse impacto, foram listados os trechos de cortes superiores a 20m.

Também devem ser consideradas as potenciais alterações no fluxo das águas subterrâneas relacionadas a escavações dos túneis. Caso estas águas sejam interconectadas ao túnel, seja nos pontos de intersecção com o nível freático ou por conexão com fraturas, zonas de falhas e juntas, as mesmas serão drenadas para os túneis, podendo resultar no rebaixamento de lençol freático e captura de nascentes. Para avaliação deste impacto, foram necessários estudos hidrogeológicos que determinaram as características hidráulicas e o comportamento dos aquíferos, possibilitando o estudo de alternativas e procedimentos construtivos e de medidas de controle.

- ***3.03 Risco de contaminação do lençol freático durante a operação***

A possibilidade de contaminação durante a fase de operação restringe-se pontualmente aos aquíferos aluvionares adjacentes ao traçado com possibilidade de serem atingidos por

eventuais acidentes com vazamentos de produtos perigosos. Nos demais trechos, as ações de contingência, incluindo confinamento do vazamento e remoção de eventuais solos contaminados, evitam qualquer risco de deterioração da qualidade das águas subterrâneas.

- **4.02 Impactos na qualidade do ar durante a operação**

Os impactos potenciais na qualidade do ar durante a operação de uma rodovia devem ser analisados em dois níveis distintos. De um lado, há uma alteração difusa, de difícil mensuração, na quantidade de emissões atmosféricas de fonte móvel totais na escala regional, em função dos efeitos indiretos gerados pelo empreendimento sobre o padrão geral de circulação do tráfego. Por outro lado, ao longo do traçado da nova rodovia a ser operada e da AID, há um incremento no número de emissões de fontes móveis que passarão a circular na rodovia.

Quanto ao impacto potencial sobre as emissões anuais de poluentes na região, usualmente não se espera que uma nova rodovia represente, necessariamente, um acréscimo de tráfego total da região, mas apenas a transferência de parte das demandas de tráfego, sendo que a dinâmica de crescimento está diretamente associada às condições macroeconômicas do país. Esta transferência de tráfego e, conseqüentemente, da emissão de poluentes, tem a vantagem de se realizar sob condições de tráfego mais favoráveis quando comparadas ao congestionamento normal da cidade. A maior fluidez do tráfego de veículos implica em menor consumo de combustível, emitindo proporcionalmente menor quantidade de poluentes, além dos benefícios ambientais decorrentes do alívio do tráfego nas vias da cidade, com conseqüente aumento da velocidade média e redução das emissões dos veículos em circulação nas vias urbanas. Por outro lado, esse ganho pode ser compensado, em parte, por um possível aumento de emissões quando os veículos percorrem trajeto com maior extensão.

Contudo, não se exclui a necessidade prioritária de outras intervenções para melhoria da qualidade do ar a médio e longo prazo com vistas a solucionar o problema de uma maneira geral, tais como a aplicação de tecnologias limpas aos veículos, inspeção veicular ambiental, otimização da integração de diferentes modos de transporte, investimento em sistemas coletivos de transportes, promoção de uso e ocupação do solo compacto e integrado ao transporte, em toda a região.

Para uma avaliação de ambos os impactos potenciais, foram feitos estudos de modelagem visando estimar as emissões potenciais, as concentrações dos poluentes e sua condição de dispersão, considerando cenários de curto e médio prazo. Para tanto, utilizou-se dados da evolução das emissões de fonte móvel na região como um todo e na AID de maneira específica, volumes de tráfego, e fatores de emissão dos veículos brasileiros calculados com base nos dados de certificação da CETESB. Com base nas previsões de VDM (Volume Diário Médio), nas curvas de distribuição horária e nas proporções das diversas classes de veículos que trafegam nessas rodovias, foram calculados os fatores médios de emissão para os diversos cenários dos fluxos médios e máximos diários esperados.

Utilizou-se também dados medidos nas estações para determinação das condições meteorológicas.

Como resultado, foram calculados os valores máximos de concentração dos seguintes poluentes: CO (ppm), NO₂ (ppm), MP (µg/m³), SO₂ (µg/m³) e HC (ppm hexano), diária e média anual.

- ***5.01 Redução da cobertura vegetal da área diretamente afetada***

Toda vegetação existente na ADA que sofrerá intervenção direta para construção da rodovia necessitará ser removida. Trata-se de impacto irreversível, porém passível de reposição por meio de plantios compensatórios em outros locais.

O EIA apresentou a quantificação de cada uma das unidades de mapeamento existente na ADA do traçado proposto, considerando tanto as formações nativas como as áreas antropizadas, dentro e fora de áreas de preservação permanente (APP), considerando os seus estágios de regeneração. Os indicadores quantificados para cada unidade de mapeamento de vegetação foram: Área em APP (ha); % da ADA em APP; Área fora de APP (ha); Área total (ha); % da ADA.

A opção pela construção de túneis contribuirá para a redução da supressão de vegetação, que ficará restrita praticamente aos emboques de túneis. Assim, pôde-se estimar a vegetação nativa que deixou de ser suprimida a partir da definição desse método construtivo.

- ***5.02 Risco de supressão de espécies protegidas e/ou em listas de ameaça de extinção***

Em algumas comunidades vegetais, principalmente as que compõem os remanescentes florestais nativos, eventualmente podem ocorrer espécies protegidas legalmente e ameaçadas de extinção na área diretamente afetada pela implantação da rodovia.

A listagem destas espécies que podem ocorrer na área de implantação foi obtida a partir do cruzamento da composição florística registrada no levantamento da vegetação na área de influência direta (AID) do empreendimento com as listas oficiais de espécies ameaçadas de extinção, considerando os principais documentos incidentes na área de implantação da rodovia, como Instrução Normativas, resolução estadual, listagens oficiais de espécies com algum tipo de ameaça de extinção. A listagem foi realizada contendo a Família, o Nome Científico, o Nome Popular e a norma que prevê sua ocorrência.

Essa listagem foi apresentada para a AID. Dessa forma, a identificação destas espécies ameaçadas na AID não implica que as mesmas são obrigatoriamente encontradas nas áreas de supressão de vegetação para implantação do empreendimento, mas que existe a possibilidade de ocorrerem nestas áreas. Por outro lado, outras espécies com algum grau de ameaça, tanto de hábitos arbóreos como com outras formas de vida, também podem vir a ser reconhecidas nas áreas de supressão durante a implantação da rodovia.

Recomendou-se que, quando confirmada a ocorrência de tais espécies ameaçadas durante a supressão de vegetação, elas deveriam ser alvo de medidas específicas de resgate ou de compensação.

- ***5.03 Ampliação do grau de fragmentação florestal e instalação do efeito de borda***

A implantação de uma nova rodovia induz à criação de um corredor que se configura como uma barreira física linear a vários dos elementos que compõem a biota, principalmente através do fracionamento de formações vegetais, naturais ou antrópicas, que atuam na manutenção da conectividade dos elementos da paisagem, podendo segregar habitats de populações de fauna, interromper fluxos gênicos e agravar o efeito de borda para ambientes que estavam distantes dos limites florestais ou protegidos.

A avaliação desse impacto considerou o número de fragmentos florestais que seriam interceptados, identificando-se aqueles em que seriam totalmente suprimidos, aqueles tangenciados em sua borda e os remanescentes florestais que teriam efetivamente algum tipo de redução ou seccionamento de sua área total. Para cada um desses fragmentos, foram caracterizados o estágio de regeneração, sendo quantificado, percentualmente, os remanescentes florestais suprimidos com estágio médio a avançado de regeneração. Também foi quantificado o número de fragmentação dos principais remanescentes de vegetação em estágio médio e avançado de regeneração evitados em função da construção de túneis.

As matas em estágio inicial, médio e médio a avançado de regeneração, a serem atingidos com a implantação da rodovia, foram codificadas e classificados em três categorias relacionadas a tamanho: área menor que 20 hectares, área entre 20 e 50 hectares e área maior que 50 hectares, e quantificada a proporção (%) por classe.

Além disso, quantificou-se o quanto destes fragmentos seria suprimido, a quantidade de fragmentos formados e a área remanescente após a supressão da vegetação. Para as áreas remanescentes, foram quantificadas as reduções percentuais de cada área interceptada em relação ao seu tamanho original.

- ***5.04 Alteração do nível de risco da ocorrência de incêndios nas florestas remanescentes no entorno da rodovia***

Este impacto se refere ao aumento de risco potencial que pode afetar negativamente remanescentes e fragmentos florestais pré-existentes ou formados com a implantação da rodovia, localizados no entorno da faixa de domínio da futura rodovia, que poderão se tornar mais vulneráveis a incêndios durante suas obras de implantação e operação.

O aumento no risco de incêndios deve-se à movimentação de trabalhadores e máquinas durante as obras de implantação, principalmente nas etapas iniciais de limpeza de terreno e desmatamento, através de utilização de fogueiras e motores desregulados de máquinas e veículos, dentre outras práticas inadequadas. Posteriormente, durante a operação futura da rodovia, certos usuários circulando com seus veículos podem lançar indevidamente,

sobre a vegetação herbácea adjacente ao acostamento, bitucas de cigarro ou determinados objetos que possam convergir raios solares (vidros e embalagens metálicas, por exemplo), os quais podem iniciar incêndios acidentais principalmente nas épocas mais secas. Em virtude da rapidez de combustão da vegetação e dificuldade de controle em tempo hábil, o fogo pode extrapolar os limites da faixa de domínio e atingir florestas do entorno. Além disso, episódios de queimadas criminosas em áreas lindeiras a rodovias também são comuns, principalmente em trechos com trânsito de pedestres.

A ocorrência de incêndios em florestas do entorno da faixa de domínio também pode ser favorecida nos trechos em que o desnível é pequeno entre a rodovia e o terreno natural adjacente ou ao longo dos viadutos, o que aproxima estas florestas da rodovia e pode facilitar a chegada de objetos lançados indevidamente pelos usuários e a propagação do incêndio.

Esse impacto é passível de mitigação por meio da construção de faixa não combustível entre a rodovia e os fragmentos mais vulneráveis, e de medida operacionais de conscientização, de prevenção e de planos de emergência para combate a incêndios florestais.

- ***5.05 Efeitos nas comunidades ribeirinhas pelas interferências nos cursos d'água e nas planícies aluviais***

Trata-se de impacto decorrente de intervenções em planícies aluviais e cursos d'água, podendo interferir na estrutura e distribuição de algumas comunidades florestais. Nesses trechos, a implantação das travessias de drenagem é usualmente realizada em galerias, bueiros ou pontes, cujas comunidades ribeirinhas podem sofrer danos se as interferências afetarem de forma significativa a dinâmica natural dos cursos d'água.

- ***6.01 Alteração local do número e da composição das comunidades de vertebrados terrestres como decorrência da redução e fragmentação de habitats***

Com a supressão e descaracterização de parte dessas áreas naturais, os impactos sobre a fauna deverão ocorrer na medida em que o número e a área de tais refúgios diminuam. Ainda, a interferência em áreas já alteradas pode afetar a fauna oportunista sinantrópica.

A diminuição e fragmentação de habitats podem afetar elementos da fauna de duas maneiras distintas: grupos da fauna cujas populações têm, em média, maior requerimento de áreas e maior deslocamento dos indivíduos (e.g. aves e mamíferos); já os demais grupos da fauna terrestre – invertebrados, herpetofauna e pequenos mamíferos – tendem a responder ao tipo de impacto numa escala temporal mais ampla, pois suas populações sobrevivem bem em áreas pequenas, desde que mantidas as condições ecológicas adequadas.

Os efeitos negativos só podem ser avaliados pelo monitoramento continuado, o qual necessita de um programa específico.

- **6.02 Interferências com corredores ecológicos**

Os corredores são representados por corredores de vegetação que garantem a diversidade genética entre as populações silvestres, pois permitem os deslocamentos da fauna silvestres. Os corredores aumentam a porosidade entre os fragmentos florestais, permitindo uma maior aproximação entre as espécies outrora isoladas. Além disso, os corredores possibilitam também a passagem de doenças, predadores e espécies exóticas que comprometem a dinâmica da metapopulação.

Deve-se evitar interferências em pontos propícios para o trânsito de fauna florestal, como o cruzamento de remanescentes florestais significativos e adotando soluções construtivas alternativas e medidas que melhorem as condições para a travessia de animais nesses locais. As medidas consistem em adotar prioritariamente OAEs e túneis na rodovia, e quando exigir a construção de terraplenos (corte e aterro) no trecho, deve-se adotar estruturas de passagens de fauna (subterrâneas ou superiores).

- **6.03 Afugentamento de fauna, aumento dos riscos de atropelamento e da pressão de caça durante a implantação**

A maior propensão ao afugentamento de fauna silvestre ocorre durante a construção. O aumento do nível de ruído próximo aos fragmentos florestados diretamente afetados pode resultar no afugentamento da fauna silvestre, principalmente animais com maior poder de deslocamento como aves, aves de sub-bosque e os mamíferos de médio e grande porte, elevando o risco de atropelamentos e acidentes com a fauna durante a construção. No entanto, esse impacto deverá ser temporário e ocorrer principalmente durante a etapa de construção, já que durante a fase de operação, espera-se o retorno dos animais silvestres mais tolerantes, às áreas próximas da futura rodovia.

Levou-se em consideração o aumento do risco de acidentes com atropelamentos de animais silvestres em vias de acesso e estrada de terra nas imediações de fragmentos de vegetação, devido ao aumento de circulação de veículos nas estradas de acesso e na ADA.

Tal impacto pode ser mitigado pela adoção de medidas preventivas e de orientação ao pessoal de obra, no que se refere ao transporte de material, operação das máquinas e emissão de ruídos em áreas próximas aos fragmentos de vegetação. Atividades de caça para fins alimentares ou mesmo para fins de domesticação devem ser coibidas, por meio da educação e conscientização dos trabalhadores.

- **6.06 Alteração no nível e distribuição espacial do risco de contaminação da fauna aquática e edáfica por acidentes com produtos perigosos**

Está relacionado às alterações no risco de contaminação accidental dos recursos hídricos superficiais e sua relação direta com a fauna aquática associada. Similarmente, as espécies da fauna edáfica poderão ser impactadas por vazamentos de produtos perigosos sobre o solo próximo de áreas de mata. O risco varia conforme os demais riscos de contaminação do solo, devendo ser observado a qualidade da água e a fauna presente.

- **7.04 Impactos nos níveis de carregamento do sistema viário da região**

Com relação aos níveis de carregamento do sistema viário, a inserção da rodovia, proporciona as seguintes alterações:

- Alterações nas velocidades médias de tráfego da região;
- Alterações nos padrões de nível de serviço de tráfego da rede viária regional;

As alterações das velocidades médias de tráfego tiveram suas análises no item benefícios sócio-econômicos derivados da redução nos tempos de viagem. Já as alterações nos padrões de nível de serviço de tráfego da rede viária regional ocorrem de forma difusa. O percentual relativo do sistema viário principal que se enquadra em cada faixa de relação Volume/Capacidade (V/C - indicador de nível de serviço de tráfego) foi apresentado em proporções (%) das extensões da rede em cada Nível de Serviço de tráfego. Calculou-se o aumento percentual esperado do sistema viário da relação V/C para cenário de 20 anos.

Na sua desagregação de análise, destacou-se as principais vias que mereciam uma análise especial dada a importância para a região, em que foram realizadas análises expeditas de capacidade dessas vias, com indicadores médios para toda a extensão das mesmas.

- **7.06 Melhoria da acessibilidade entre rodovias radiais da RMSP**

Outro impacto derivado da inserção da rodovia foi a melhoria na matriz de tempos das conexões entre as rodovias radiais da RMSP, decorrente também das reduções nos tempos de viagem na RMSP. Esse impacto, de vetor positivo, configura a função do Rodoanel como elemento facilitador da transposição da RMSP. A análise consistiu do cálculo dos tempos de viagens (em minutos) entre as zonas de tráfego externas onde estão localizadas as conexões das rodovias com a área de estudo e os ganhos percentuais (%) de tempo de viagem para cada rodovia que chega na região metropolitana, para diferentes cenários.

- **7.07 Benefícios socioeconômicos devidos à redução dos tempos de viagem**

Os benefícios foram calculados a partir da alteração da velocidade média na RMSP (km/h), a taxa de variação anual (%/ano) e taxa de variação global (%), para projeção de cenários com e sem a rodovia. Calculou-se também a alteração das distâncias totais de viagem (expressa em veículo x km), e a redução dos tempos totais de viagem (expressos em veículo x hora) na rede da RMSP, cujos procedimentos metodológicos foram apresentados anteriormente.

- **7.08 Alterações no padrão de segurança do tráfego intraurbano e redução de acidentes**

Em função das mudanças nos padrões de carregamento das vias da AII, são previstas alterações no padrão de segurança do trânsito nas vias afetadas pelo início da operação da rodovia, em decorrência da melhora ou da piora da relação volume x capacidade. Trata-se de um impacto de dois vetores, um negativo e outro positivo.

As melhores condições de circulação de tráfego, e com o deslocamento de parte do tráfego pesado para o novo viário, aumentam as possibilidades de um ganho geral na segurança viária, o que auxilia na redução do número de acidentes na região metropolitana.

Com relação aos impactos de vetor negativo, o aumento de tráfego em certas vias poderá ser prejudicial quanto maior for o risco de comprometimento da capacidade operacional das vias afetadas. Trata-se, neste caso, de um vetor de impacto mais localizado que o positivo, e com maior intensidade nas vias da AID.

- ***7.09 Melhoria no grau de confiabilidade dos usuários no sistema viário metropolitano***

A operação conjunta de todos os trechos do Rodoanel completa o anel de circulação perimetral de grande capacidade, conectando todas as rodovias que chegam na região metropolitana. Com isso, o sistema viário metropolitano tornar-se menos vulnerável às situações anormais ou aos congestionamentos que possam ocorrer nas vias atuais. Assim, ainda que em patamar baixo, considerou-se que a melhoria do tráfego poderá contribuir para o aumento da confiabilidade do transporte intraurbano entre todas as regiões da RMSP, o que pode acarretar impactos positivos para a atratividade industrial da região.

- ***7.10 Redução dos custos de manutenção da malha viária intraurbana da RMSP***

A transferência de veículos pesados da malha intraurbana para a rodovia perimetral poderá trazer redução nos custos de manutenção da malha viária, já que os veículos pesados são os que mais causam deterioração dos pavimentos. Trata-se de um impacto bastante difuso, que deverá se diluir nas finanças públicas dos municípios da RMSP, não comportando, portanto, uma previsão em termos quantitativos, dada a sua complexidade diante do peso dos ganhos locais aferidos.

Há exceções a serem levadas em conta, como vias que poderão ter aumento de seu volume de tráfego e assim demandarão solução específica para ampliar capacidade, e reduzir os impactos com a implantação de alternativa de acesso ao Rodoanel que minimize o tráfego intraurbano.

- ***7.11 Redução de problemas decorrentes da circulação de cargas altas***

O sistema viário metropolitano tem como necessidade a circulação de cargas dentro e/ou através da região metropolitana, dentre elas as cargas altas e especiais, que comumente se dirigem aos portos e grandes obras. Contudo, muitas das OAEs (pontes e viadutos) possuem gabarito baixo (inferior a 4,50m), que impedem a passagem desse tipo de carga, acarretando em congestionamentos nas vias intraurbanas, danos a estrutura de vias, maiores riscos no trânsito, prejuízos para redes aéreas de eletricidade e telefonia, entre outros.

Assim, rede especializada para circulação de cargas altas adequadas (gabarito superior a 5,5m), fora do espaço urbano, constitui um impacto positivo do empreendimento.

- **7.12 Favorecimento da intermodalidade no transporte de cargas**

Conforme foi explicitado na Avaliação Ambiental Estratégica do Programa Rodoanel, a implantação do Rodoanel e do Ferroanel, bem como de centros de logística integrados, converterá a configuração logística metropolitana de radial para anelar: em lugar dos eixos rodoviários e ferroviários convergirem para o centro metropolitano para ali realizar suas transferências intermodais ou alcançar o destino final, a nova plataforma permitirá transferir as transações para o entorno da RMSP e alcançar o centro metropolitano em veículos mais adequados para o viário urbano, com benefícios ao sistema de transportes e ao tráfego de veículos em toda região.

- **7.13 Interferências com fluxos transversais de pedestres**

A concepção do traçado recomendado procurou minimizar o efeito de ruptura da malha urbana consolidada, reduzindo o potencial de impactos aos fluxos de pedestres entre áreas urbanas situadas em margens opostas da nova rodovia. As interferências com os fluxos de pedestres ficaram restritas a alguns pontos onde o traçado afeta franjas de ocupação, interrompeu permanentemente as ligações secundárias entre bairros próximos ou dificultou o acesso, exigindo maiores percursos.

As interferências com os fluxos de pedestres principais foram objeto de verificação e aperfeiçoamento na etapa de detalhamento do projeto de engenharia. Nos casos onde não foram possíveis ajustes no traçado geométrico, as interferências foram mitigadas pela previsão de passarelas elevadas, onde for possível. Contudo, esses dispositivos não eliminam totalmente o impacto, na medida em que a utilização de passarelas elevadas implica em um percurso maior, gerando inclusive a necessidade de colocação de barreiras físicas no nível das pistas de tráfego para evitar travessias irregulares de pedestres nos pontos de maior demanda.

A expansão das áreas ocupadas no entorno da faixa de domínio também gera novos fluxos. Desta forma, as demandas por fluxos transversais de pedestres deverão ser permanentemente monitoradas e, quando necessário, atendidas com novas passarelas.

- **7.14 Redução das Emissões de Gases de Efeito Estufa**

Por meio de modelagem, foi feita uma análise de emissões de gases de efeito estufa (GEE) objetivando comparar os cenários com e sem o Trecho Norte do Rodoanel. Segundo as diretrizes da publicação “2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories,” o método Tier 1 foi usado para estimar emissões de CO₂.

Esta abordagem usa a quantidade de combustível consumido e um fator de emissão (EF) para CO₂, conforme apresentado na equação abaixo. O fator de emissão é fornecido pelo IPCC para cada tipo de combustível. Neste caso, foram utilizados fatores de gasool E25 para veículos privados e de diesel para veículos comerciais.

$$Emissão = \sum [combustível * EF]$$

A quantidade de combustível consumido foi estimada usando os resultados de distância média rodada por dia (veículo*km) nos trechos, utilizando-se a equação a seguir, a seguir.

$$\text{Combustível} = \sum [\text{veículos} * \text{distância} * \text{taxa de consumo}]$$

A análise incluiu somente os dados de CO₂ para estimar os GEE emitidos, pois, segundo o IPCC, o CO₂ é responsável por mais de 97% das emissões totais de GEE de fontes móveis, e os cálculos das emissões de N₂O e CH₄ têm um alto grau de incerteza. Dessa forma, pela simplicidade e relativa confiabilidade do método a estimativa de emissões é baseada somente nos dados relativos ao CO₂.

A avaliação foi realizada para cenários com e sem o empreendimento, num horizonte de até 25 anos, desagregando-se entre veículos privados e comerciais, com resultado do total de emissões por ano (tCO₂/ano), a partir da distância de veículos percorrida (veículo*km/dia). Foi possível calcular a variação porcentual (redução ou aumento) de emissões ao longo do tempo, nos diversos cenários estabelecidos.

Como resultado, constatou-se que haverá uma diminuição nas emissões de CO₂, tendo como principal fator a redução da distância rodada.

- **8.01 Indução à ocupação de terrenos vagos e áreas não urbanizadas**

Todo processo de indução à ocupação urbana é contingenciado pela disponibilidade de estoques de terra passíveis de serem ocupados. A indução de processos de expansão urbana, ocupação de terrenos vagos, adensamento, verticalização e mudança de usos se dá em virtude de processos interrelacionados, como o aumento da acessibilidade e da atratividade à instalação de atividades econômicas, a valorização ou desvalorização das localizações residenciais, e as mudanças na legislação incidente sobre o uso e ocupação do solo (legislação urbanística e ambiental).

Este impacto foi tratado na AAE, utilizando-se modelagem com dados estatísticos sobre emprego, domicílios e renda, espacializados em zonas de origem e destino. As principais variáveis utilizadas na modelagem foram:

- Distribuição espacial de empregos por setor e zona de tráfego;
- Distribuição espacial de renda por zona de tráfego;
- Distribuição espacial de domicílio por zona de tráfego;
- Distribuição espacial de desempregados e subempregados por zona de tráfego;
- Matriz de tempos de viagens intra e interzonais;
- Indicadores de estoques para adensamento de empregos e domicílios por zona de tráfego.

Foram estimados os seguintes fenômenos:

- As relações entre a concentração de empregos por setor e a presença de domicílios por classe na própria zona e nos seus vizinhos;

- A presença de fornecedores e consumidores (de outros setores) na zona e nas vizinhas;
- A densidade de emprego e de domicílios;
- E a própria concentração do emprego nas zonas vizinhas.

Os fenômenos mais importantes ligados à ocupação e à dinâmica urbana foram analisados sem e com a presença da rodovia, considerando as tendências de expansão urbana e a influência do empreendimento nesse processo, considerando o adensamento urbano, o espraiamento, a ocupação dos terrenos vazios e disponíveis e o reforço da requalificação urbana.

De forma geral, a rodovia teria capacidade de alterar de forma generalizada a lógica da localização intra-urbana se fosse uma via de acesso livre, utilizada por rotas de transportes coletivos e dotada de pontos de parada. Assim, poderiam ser criadas novas vantagens locais e centralidades efetivas, sobretudo na AID.

Com a implantação dos acessos em rodovias e em pontos estratégicos, o Poder Público atua, portanto, como agente regulador e planejador do crescimento urbano ao limitar ou permitir acesso à via, interferindo significativamente no processo de geração de vantagens locais e de valorização imobiliária. Assim, a atratividade de atividades econômicas e a valorização imobiliária, e a consequente potencialização de processos de adensamento e expansão urbana, tenderá a ser maior nas zonas onde haverá ganho real de acessibilidade.

Por se tratar de uma via expressa com poucos pontos de acesso, o impacto sobre o tempo de deslocamento de pessoas e mercadorias, torna-se mais relevante para viagens de longa distância. Nas zonas de tráfego do entorno da via, as variações nos tempos de viagem, induzidas pelo empreendimento, foram consideradas de pouca relevância.

• **8.04 Alterações dos valores imobiliários**

Os efeitos a curto prazo previstos pela construção e operação da rodovia, com abrangências geográficas distintas, foram:

- processo difuso de valorização imobiliária nas áreas da AII mais próximas ao centro expandido e em áreas de urbanização consolidada, em função da melhora do trânsito em vias hoje congestionadas;
- processos de valorização imobiliária localizados nas áreas próximas ou relativamente próximas às interseções. A valorização será maior na AID ou nas áreas externas com fácil acesso às interseções. A intensidade desse impacto depende da importância dos ganhos de acessibilidade aferidos para cada tipo de uso, e dos valores imobiliários em vigor antes da implantação do empreendimento, havendo maior potencial de ganho nas regiões menos valorizadas;
- processos pontuais de desvalorização imobiliária de áreas residenciais de médio e alto padrão adjacentes à faixa de domínio, em função de impactos ambientais permanentes, como o aumento do nível de ruído e as alterações na paisagem;

- processos de desvalorização de certas localizações residenciais em virtude do aumento no carregamento de tráfego em algumas vias, podendo provocar mudança de usos, especificamente quando as áreas lindeiras apresentam padrão de uso predominantemente residencial. Em contrapartida, dependendo de cada caso e das características locais, o aumento de tráfego poderá resultar em valorização imobiliária, favorecendo o comércio e serviços;
- processos de desvalorização imobiliária pela redução das possibilidades de acesso futuro em áreas de expansão urbana, provocada pela ruptura da malha urbana e ligações existentes em franjas periféricas e áreas de expansão urbana, que poderá ser mitigada com a manutenção de acessos, relocação de vias locais e pela reestruturação do tecido urbano.
- **8.05 Aumento do grau de atratividade para usos residenciais**

A implantação de rodovia proporciona benefícios, em termos de acessibilidade para o automóvel, a determinadas regiões de uso residencial, em função de dois aspectos relacionados aos tempos e velocidades de transporte:

- Inserção de novas alternativas de rotas, com menores tempos de viagem, que passem a incorporar a nova rodovia em parte do seu percurso;
- Incrementos nas velocidades médias de eixos intraurbanos que venham a ter o seu carregamento de tráfego aliviado.

Para um mesmo intervalo de tempo, a área de cobertura para acesso das populações residentes nas zonas beneficiadas passa a ser mais ampla devido aos ganhos de tempo em transporte. Em termos teóricos, essa ampliação da área de abrangência para o acesso significa que, para essas populações beneficiadas, a área de acesso aos locais de oferta de empregos será ampliada.

Adotou-se, portanto, como critério de análise do grau de atratividade para usos residenciais, a estimativa da variação (aumento) do número de empregos que passa a ser possível se ter acesso dentro de um tempo fixo de tempo de viagem nas situações com e sem o empreendimento. Uma redução nos tempos de deslocamento entre residência e trabalho representa um benefício de qualidade de vida que afeta diretamente a população motorizada residente na AII.

Para a análise do impacto referente ao aumento da acessibilidade para usos residenciais, foram utilizadas técnicas de modelagem e de sistemas de informações georreferenciadas (SIG), objetivando quantificar o ganho de acessibilidade para um conjunto de zonas origem e destino (Zonas OD) selecionadas, cujos centros são identificados para facilitar sua localização. Dentro dessas zonas, existem bairros com uso residencial ou predominantemente residencial, a partir das quais se pretende avaliar o aumento da acessibilidade para atingir locais onde há oferta de empregos.

A quantificação do ganho de acessibilidade foi realizada a partir do número de empregos que são possíveis de serem acessados a partir de viagens com e sem o empreendimento,

em períodos de até 30 minutos, entre 30 e 45 minutos e entre 45 e 60 minutos, durante o horário de pico. A metodologia adotada consiste em elaborar as curvas isócronas (curvas que definem o conjunto de pontos acessados com igual tempo de viagem a partir de uma única origem) a partir de cada um dos locais selecionados. Posteriormente, quantifica-se, a partir de técnicas de geoprocessamento, o número de empregos existentes dentro da região definida por cada curva isócrona.

Os resultados foram apresentados em gráficos e mapas, a partir do cálculo de alteração do número de empregos atingidos nas faixas de tempo (em minutos) no horário de pico e para as zonas selecionadas, com e sem o empreendimento. As porcentagens dessas alterações foram apresentadas.

- **8.06 Aumento do grau de atratividade para atividades econômicas**

Assim como as áreas residenciais, a melhoria da acessibilidade próximas das novas interseções, em função de aspectos relacionados aos tempos e velocidades de transporte, deverá ocorrer também para atividades comerciais e industriais ou de serviços.

Como critério de análise foi adotado o grau de atratividade de determinadas zonas como polos geradores de viagens, e a estimativa da variação da população que pode acessar como destino os locais selecionados, dentro de um tempo fixo de viagem, nas situações com e sem o empreendimento. Assim, verifica-se que determinadas regiões onde existem atividades com elevado potencial de atração, passarão a ter o seu padrão de acessibilidade melhorado a partir da operação do empreendimento, uma vez que um número maior de pessoas ou empresas poderá ter acesso a elas em um mesmo tempo de viagem.

Os ganhos de acessibilidade a determinadas regiões de uso comercial e/ou industrial ocorre em função de dois aspectos relacionados aos tempos e velocidades de transporte:

- Inserção de novas alternativas de rotas, com menores tempos de viagem, que passem a incorporar a rodovia em parte do seu percurso;
- Incrementos nas velocidades médias de eixos intra-urbanos que venham a ter o seu carregamento de tráfego aliviado.

Na teoria, os benefícios principais para as atividades industriais resultantes de ganhos de acessibilidade consistem na possibilidade de se optar entre uma gama mais ampla de serviços e fornecedores, e em se ter acesso maior à mão-de-obra da região. Para as atividades comerciais e de serviços, os benefícios ocorrem na medida em que o mercado de clientes potenciais pode ser ampliado na mesma proporção em que o padrão de acesso seja melhorado.

Para esse impacto, foram utilizadas as mesmas técnicas de modelagem e geoprocessamento para usos residenciais, visando quantificar o impacto de ganho de acessibilidade para um conjunto selecionado de zonas origem e destino (Zonas OD). Contudo, essa quantificação adotou como indicador básico do padrão de acesso *o total de população em cada zona* que podem atingir o destino escolhido nas situações com e sem

o empreendimento, em até 30 minutos, entre 30 e 45 minutos e entre 45 e 60 minutos, durante o horário de pico.

Os resultados foram apresentados em gráficos e mapas, a partir do cálculo de alteração da população acessível no horário de pico e para as zonas selecionadas, com e sem o empreendimento. As porcentagens dessas alterações foram apresentadas.

- **8.07 Ruptura da malha urbana**

O empreendimento produz um efeito imediato e permanente de ruptura da malha urbana existente em alguns pontos ao longo do traçado. Esse impacto só tem importância quando afeta indiretamente a localização dos usos nas áreas separadas pelo traçado. Assim, se o traçado separa dois loteamentos vizinhos, e os usos residenciais se mantiverem durante a operação da rodovia, pode-se dizer que não houve impacto sobre a estrutura urbana.

A escolha de traçado contempla a minimização desse impacto, de forma a evitar uma maior fragmentação ou um maior isolamento dos espaços urbanos existentes. O atendimento às demandas de fluxos transversais deve ser previsto em projeto, com vistas a proporcionar condições satisfatórias de continuidade.

Ao criar situações de descontinuidade e nova configuração de vias e lotes, contingencia a forma de ocupação futura das propriedades remanescentes e dos vazios urbanos adjacentes à faixa de domínio. Mais importante que a configuração resultante são os processos de valorização e desvalorização imobiliária, que podem induzir mudanças de uso, propiciando ou desestimulando determinadas atividades.

- **9.01 Melhoria no padrão de acessibilidade às atividades econômicas**

De forma análoga ao que ocorrer em termos de atratividade, o padrão de acessibilidade aos estabelecimentos de atividades econômicas melhora, reduzindo-se os tempos de viagem entre fornecedores e consumidores e beneficiando as cadeias produtivas locais. Esse impacto ocorre de forma difusa por toda a RMSP, especialmente ao longo dos eixos rodoviários e urbanos estruturais beneficiados pela rodovia, e com maior intensidade em áreas próximas aos novos acessos.

Um aspecto a ser ressaltado é que a rodovia consolida um processo gradativo de equalização da atratividade relativa dos eixos radiais interligados à localização de atividades econômicas. Esse impacto é altamente positivo na escala metropolitana, na medida em que contribui para equilibrar os pesos (em termos de atratividade) das diferentes localizações junto às rodovias, beneficiando eixos menos valorizados e favorecendo a descentralização relativa dos empregos.

- **9.03 Geração de empregos diretos e indiretos durante a operação**

A etapa de operação gera empregos diretos e indiretos para a manutenção e conservação da rodovia. Embora não possa se dispor do montante exato de pessoal requerido, estimou-se a geração de empregos com base em informações fornecidas por concessionários que operam outros trechos rodoviários.

- ***9.04 Desativação de atividades econômicas localizadas na ADA***

Em que pese o estudo de traçados ter privilegiado desviar-se sempre que possível de áreas urbanas, de grandes plantas industriais ou comerciais, de equipamentos urbanos e de atividades agrícolas, reduzindo o impacto sobre as atividades econômicas, as rodovias, estruturas lineares, raramente conseguem evitar completamente esse impacto. Assim, estimou-se a quantidade total de edificações com atividades econômicas, tais como depósitos diversos, transportadoras, galpões manejo de sucata, pequenas indústrias urbanas e instalações de comércio e serviços urbanos, além da área (em hectares) ocupadas por atividades agrícolas.

Na fase do EIA, as estimativas são preliminares, efetuadas com base em fotografias aéreas e inspeção de campo. O cadastro oficial de desapropriação é realizado em etapa posterior ao Licenciamento Prévio. Durante o detalhamento do projeto executivo, adota-se como diretriz a análise de casos específicos buscando minorar as interferências identificadas.

- ***9.05 Descentralização da oferta de emprego***

Verificou-se que, em médio prazo, o empreendimento deverá contribuir, de forma difusa, para a descentralização relativa da oferta de emprego na RMSP. A interligação entre eixos radiais contribui para a reduzir as diferenças no grau de atratividade desses eixos para a instalação de atividades industriais e comerciais. Cada eixo radial tem a sua própria área de influência, que depende fundamentalmente das condições atuais de acesso e da quantidade e padrão de renda das pessoas nessa respectiva área, além de outras condicionantes.

Como a implantação do empreendimento aumenta a possibilidade de interligação direta entre eixos radiais, as áreas de influência se ampliam e as diferenças entre elas se reduzem.

- ***10.04 Alteração dos perímetros de atendimento dos equipamentos públicos locais***

Trata-se das alterações nos raios de atendimento de equipamentos de âmbito local em função da implantação do empreendimento, cujo impacto ocorre em função da interrupção permanente ou piora nas condições das vias transversais que conectam os usuários aos equipamentos públicos, independentemente do meio de transporte.

- ***10.05 Melhoria no padrão de acesso a equipamentos públicos de importância metropolitana***

Como demonstrado nas análises de tráfego, constatou-se ganhos de acessibilidade em equipamentos de importância metropolitana, especialmente aqueles dos setores de transporte, educação superior e lazer, propiciando benefícios à qualidade de vida da população que habita a RMSP. Dentre os equipamentos que tiveram seu acesso facilitado, pode-se citar os seguintes: aeroportos, parques metropolitanos e municipais, jardim botânico e jardim zoológico.

- ***11.01 Mobilização social durante as etapas de planejamento e implantação***

A mobilização social em função do empreendimento começou mesmo antes da elaboração do EIA/RIMA, e foi considerado um impacto positivo, na medida em que envolveu a divulgação de informações sobre o projeto à população, e permitiu que as críticas, sugestões e reivindicações de prefeituras, comitês de bacias e entidades locais da sociedade civil fossem encaminhadas ao empreendedor.

Entretanto, previu-se que o impacto adquiriu maior intensidade na medida em que o processo de licenciamento foi progredindo. Os eventos que tendem a aumentar o nível de mobilização considerados foram: a divulgação e consulta pública do EIA/RIMA; a realização de Audiências Públicas, incluindo a presença de todos os órgãos públicos, conselhos e entidades não governamentais envolvidos ou interessados na discussão sobre o licenciamento do projeto e da obra; a emissão das licenças prévia e de instalação; e a divulgação do cadastro de desapropriações e reassentamento involuntário.

Esperou-se também certo aumento da mobilização social durante as obras. Impactos sobre as vizinhanças, em função de interrupções de vias, desvios provisórios, aumento da circulação de caminhões em vias locais, aumento do ruído, entre outros, podem gerar reclamações, que devem ser entendidas como uma forma de mobilização social, sejam elas apresentadas por associações de bairro, proprietários de imóveis, moradores de vias afetadas, etc.

Dessa forma, foram previstas medidas de comunicação social nas fases pré-construtiva e construtiva, capazes de potencializar este impacto, oferecendo um canal aberto não só às comunidades lindeiras ao traçado, mas a toda a população da RMSP.

- ***11.05 Desapropriação***

Para o impacto da desapropriação, estimou-se a área da faixa de domínio, em hectares, a ser desapropriada para a implantação do empreendimento. O valor é sujeito a variações em função de ajustes no detalhamento de projeto e nos perímetros de desapropriação que serão definidos após a realização do Cadastro Físico dos imóveis. Essas áreas são definidas em Decreto de Utilidade Pública, etapa inicial do processo de desapropriação, que, conforme assegura a legislação federal e estadual, adota como critério a avaliação justa e pelo valor de mercado de suas propriedades e benfeitorias afetadas.

O levantamento cadastral dos imóveis, com identificação dos proprietários e delimitação final dos polígonos de desapropriação, é realizado juntamente com o detalhamento do projeto de engenharia, que permite estabelecer com precisão o número de imóveis afetados e as áreas a serem desapropriadas.

- ***11.06 Relocação de Moradias***

Para efeito de avaliação ambiental no EIA, estimou-se o número de edificações afetadas, de maneira a permitir estabelecer uma ordem de grandeza e tipologia dos impactos esperados, com vistas à formulação de programas e medidas de mitigação e compensação.

Os levantamentos foram feitos através de interpretação de imagens de satélite, que permitiram quantificar o número de edificações na faixa de domínio. A quantificação das edificações urbanas afetadas foi segregada por municípios, entre residenciais regulares e sub-normais (irregulares), e edificações isoladas em meio rural (chácaras e sítios). Para as situações irregulares, considerou-se a situação dos loteamentos frente à legislação municipal, sem considerar a situação individual de cada morador.

A quantidade é confirmada posteriormente em função do projeto executivo, sendo que ajustes de traçado podem ser feitos para evitar a remoção das edificações, assim como do resultado dos levantamentos de campo a serem realizados para os cadastros físico e social.

- **11.07 Aumento dos níveis de ruído durante a operação**

Os equipamentos que considerados mais sensíveis a aumentos no nível de ruído durante a construção e a operação são os de educação e de saúde situados próximos a ADA ou a áreas de apoio.

De maneira geral, os acréscimos de nível de ruído e vibração durante a construção decorrem do funcionamento de equipamentos e máquinas na obra; da movimentação de veículos a serviço das obras por vias locais; do desmonte de rochas por explosivos e da demolição de edificações. Os acréscimos, e consequentes impactos negativos sobre a população lindeira, têm a duração somente do período de execução das atividades acima listadas e podem ser parcialmente mitigadas com a operacionalização de medidas de regulação de equipamentos e veículos e concentração, sempre que possível, de atividades geradoras de ruído em períodos diurnos. Consideradas a temporalidade das obras, a geração de ruídos de maior intensidade que poderiam provocar eventuais incômodos em receptores críticos, ou reclamações das comunidades lindeiras em geral, é transitória, variando inclusive com o desenvolvimento das frentes de obra.

Quanto à futura operação, a previsão preliminar de impactos acústicos no entorno do traçado foi realizada com a utilização do software CadnaA, da empresa alemã Datakustik, que realiza uma previsão dos impactos acústicos decorrentes da implantação de obras lineares através do cadastro de dados referentes à situação atual e à situação futura. Esse *software* utiliza o método de previsão de ruído rodoviário para a avaliação de impacto e concepção de medidas de atenuação integradas ao projeto de engenharia (e.g. pavimentos silenciosos, barreiras acústicas, etc.).

Na modelagem preliminar feita no presente EIA foram utilizados dados com as projeções de tráfego, por meio da inserção de dois tipos de dados: número de veículos, com diferenciação entre manhã, tarde e noite, e com especificação da porcentagem de veículos pesados nestes períodos, ou a inserção do VDM total, para o qual não é diferenciada a porcentagem de veículos pesados. Outros dados relevantes para a composição da modelagem referem-se:

- Ao tipo de revestimento da rodovia projetada;
- Ao limite de velocidade (em km/h);

- À fluidez do tráfego e;
- À geometria da via, incluindo, além da largura total das pistas de rolamento, *greide* projetado, os *offsets* de corte e aterro e as obras de arte projetadas.

As áreas mais críticas são aquelas em que a rodovia passa em nível próxima às áreas urbanas. A otimização do projeto de engenharia, com a adequação das seções e ajustes pontuais no traçado, contribuiu para a minimização dos impactos de ruído sobre as comunidades lindeiras. Complementarmente, após o detalhamento do projeto executivo, será realizada uma nova modelagem de previsão de ruído com o auxílio do software CadnaA para identificação das áreas críticas e simulações com implantação de dispositivos atenuadores, tais como substituição de pavimento, implementação de barreiras acústicas, variação de *greide* da pista, uso de barreiras de solo ou guarda-corpo, instalação de barreira *New Jersey*, entre outros. Eventuais soluções de mitigação com isolamento acústico em imóveis específicos também foram avaliadas pontualmente, quando necessário.

- ***11.08 Alterações localizadas nas relações sociais entre comunidades de áreas urbanas consolidadas***

Os impactos de interferências com fluxos de pedestres e com áreas urbanas (discutidos anteriormente) podem gerar um impacto adicional sobre a qualidade de vida da população da AII, devido às possíveis alterações nas relações de convivência e troca entre as comunidades de bairros que a rodovia acaba isolando ou dificultando a ligação. Na escolha do traçado, procurou-se desviar de áreas urbanas consolidadas. Além disso, as principais ligações viárias transversais foram mantidas, e passarelas implantadas nos pontos de maior demanda.

Dessa forma, foram listados os bairros que podem sofrer esse impacto, separados por município.

- ***11.09 Alterações na paisagem***

A implantação de uma rodovia com o padrão e o porte da rodovia implica em uma alteração significativa na paisagem natural ou antropizada em que será construída, tornando-se uma nova referência na paisagem regional. As alterações na paisagem ocorrem ao longo de todo o traçado em que a rodovia é implantada em superfície e viadutos. Dessa forma, para avaliar esse impacto, calculou-se a porcentagem da extensão desses trechos em relação ao todo.

Os impactos na paisagem são diferenciados em função de fatores como a topografia do terreno natural, existência de cobertura vegetal de porte florestal, padrão do uso e ocupação do solo, beleza cênica e a proximidade com outras edificações ou equipamentos de porte. Nos trechos de topografia mais acidentada, as alterações de relevo decorrentes dos cortes e aterros provocam alterações muito maiores na paisagem original do que nos trechos menos acidentados.

A criação e revitalização de parques ao longo de determinados trechos, a implantação paisagismo na faixa de domínio e plantios compensatórios em áreas externas foram considerados medidas mitigadoras e/ou compensatórias. Nas áreas com urbanização mais consolidada ou em áreas de expansão urbana em consolidação, gera-se a demanda de reconfiguração e revitalização das áreas urbanas afetadas na estrutura urbana existente.

- **11.10 Redução dos tempos de viagem de passageiros**

Trata-se do benefício para o setor de transporte gerado pela implantação da rodovia apresentado em item específico, que decorre da redução nos tempos de viagens devido ao aumento das velocidades médias na rede.

- **11.11 Aumento das opções de emprego para a população motorizada**

A população residente na AII, que possui automóvel, poderá ter sua acessibilidade aumentada a locais de empregos que antes eram muito distantes, ou a novos locais de empregos que podem surgir nas áreas próximas às intersecções com acesso à rodovia. Qualquer redução nos tempos de deslocamento entre residência e trabalho representa um benefício de qualidade de vida à população, limitados àqueles que possuem veículos próprios e àqueles que se utilizam de transporte coletivo que se beneficiam com a melhoria geral do trânsito.

- **12.01 Aumento nas receitas fiscais durante a construção**

Durante a fase de construção, uma parte significativa dos desembolsos a serem realizados retornam aos cofres públicos na forma de impostos ou taxas que incidem sobre a contratação da mão-de-obra, aquisição e aplicação de materiais e utilização de equipamentos. Assim, calculou-se a distribuição percentual da composição do custo direto e indireto da obra (mão-de-obra; materiais e equipamentos), separando em taxas e impostos que foram revertidas ao setor público.

- **12.02 Aumento nas receitas fiscais durante a operação**

Na fase de operação, incidem sobre as despesas e receitas operacionais os mesmos encargos, contribuições, taxas e impostos incidentes sobre os custos de obra, porém com variações em virtude das diferentes composições dos custos de operação e construção.

Complementarmente, há o impacto direto sobre as finanças públicas municipais decorrentes da cobrança de ISS sobre as tarifas de pedágio, além do impacto indireto de acréscimo do IPTU em médio prazo, decorrente do processo de valorização imobiliária nas áreas próximas ou relativamente próximas às intersecções com acesso.

Além disso, existem impactos positivos que podem ocorrer sobre as fontes de arrecadação municipal, decorrentes da atração de novas atividades, empregos e domicílios nos locais de maior acessibilidade.

- **12.03 Impactos nos níveis de investimento privado**

A implantação do empreendimento potencializa os investimentos do setor privado nos municípios da AII, notadamente naqueles mais beneficiados pelos ganhos de acessibilidade.

A rodovia propicia melhor equalização da acessibilidade aos eixos radiais interligados permitindo também uma melhor redistribuição espacial de investimentos privados, o que pode trazer benefícios em termos de atratividade industrial e de logística à região.

Entretanto, destacou-se que, de acordo com as análises realizadas no âmbito da Avaliação Ambiental Estratégica, as alterações a serem induzidas pelo empreendimento não tem a intensidade suficiente para reverter ou neutralizar o processo de interiorização industrial que vem ocorrendo no Estado de São Paulo, cuja dinâmica decorre de fatores econômicos e regionais que não serão alterados pelo empreendimento.

3.1 ESTUDO DE ANÁLISE DE RISCOS (EAR)

Os estudos de análise de riscos foram realizados como documento base para a elaboração e implementação dos Programas de Gerenciamento de Riscos, tanto para a fase de construção como de operação, de forma a identificar os possíveis acidentes, suas chances de ocorrer (frequências), a severidade de seus impactos (consequências) e, ainda, permitir que seus riscos pudessem ser avaliados, reduzidos e gerenciados.

Os riscos foram analisados em três momentos diferentes: inicialmente no EIA, mapeando as áreas com riscos de escorregamentos e inundações nas áreas de influência do empreendimento e os riscos de vazamentos de produtos perigosos decorrentes de acidentes, visando identificar áreas urbanizadas e densamente ocupadas, os recursos hídricos, especialmente os mananciais de abastecimento público, bem como a existência de áreas protegidas. Posteriormente, foram analisados os riscos durante a construção, considerando os acidentes com potencial de danos ao meio ambiente, às instalações e à segurança dos colaboradores e da comunidade circunvizinha às obras. Por fim, foram analisados os riscos decorrentes da operação da rodovia.

No caso específico do Trecho Sul, por atravessar importantes áreas de mananciais de abastecimento público (represas Billings e Guarapiranga), foi realizado um estudo denominado “Análise de Riscos no Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos”, por meio do qual foram avaliados os riscos de afetação da captação em caso de acidente durante a operação, a partir de modelagem e simulação de dispersão da pluma de produtos químicos. Este estudo foi realizado juntamente com o EIA, como requisito para atestar a viabilidade ambiental do empreendimento, bem como subsidiar a concepção de sistema de retenção de produtos perigosos e demais medidas gerenciais. Posteriormente, visando o cumprimento da LI, também foi realizado o Programa de Gerenciamento de Riscos

(PGR), precedido da Análise de Vulnerabilidade do Rodoanel Sul, estabelecendo os mecanismos gerenciais para o transporte de produtos perigosos durante a operação.

Ademais, a identificação dos perigos, avaliação e classificação dos riscos foi realizada por meio da técnica Análise Preliminar de Perigos (APP). Trata-se de uma técnica estruturada com a finalidade de identificar os perigos existentes numa instalação ou atividade, causados por eventos indesejados, capazes de dar origem a acidentes que possam causar danos à segurança (pessoal e patrimônio) e ao meio ambiente.

A partir da identificação dos perigos foi possível categorizar dois fatores (frequência e severidade do efeito), que determinam o grau de risco associado a um acidente, propiciando, assim, as condições para a avaliação qualitativa dos riscos, a partir da combinação das categorias atribuídas a cada um desses fatores. Em seguida, foram identificadas as causas de cada um dos perigos e as suas respectivas consequências (efeitos), as quais dependem da evolução do acidente após a sua ocorrência.

Por fim, foram definidos as hipóteses acidentais e os respectivos procedimentos de atendimento às situações de emergência. As hipóteses acidentais foram contempladas nos Planos de Ação de Emergências (PAE), que incluíram as diferentes situações emergenciais passíveis de ocorrerem durante a realização das atividades na fase de obras e operacionais.

As hipóteses acidentais identificadas na APP, com potencial de causar danos ao patrimônio, às pessoas e ao meio ambiente foram:

- Hipótese 1: Danos pessoais.
- Hipótese 2: Escorregamento de grandes proporções, com risco de instabilização de encostas com ocupação antrópica.
- Hipótese 3: Escorregamento de grandes proporções com assoreamento de cursos d'água e perda de vegetação fora dos limites autorizados.
- Hipótese 4: Vazamento de produtos perigosos sobre cursos d'água e em áreas urbanas.
- Hipótese 5: Acidentes envolvendo o transporte e uso de explosivos.
- Hipótese 6: Incêndios Florestais.
- Hipótese 7: Contaminação do Ar.
- Hipótese 8: Atropelamento de Animais.

A análise de risco ambiental contou com o mapeamento das áreas com sensibilidade socioambiental, visando identificar as áreas naturalmente mais frágeis, que podem ter sua vulnerabilidade aumentada pelo efeito potencializador da inserção da rodovia no ambiente. Complementarmente, foi realizada análise de vulnerabilidade a acidentes com produtos perigosos.

3.2 PLANO BÁSICO AMBIENTAL (PBA)

Apesar de o EIA propor uma relação de programas socioambientais, o detalhamento final das medidas ocorre no Plano Básico Ambiental – PBA, após o estabelecimento dos condicionantes da Licença Prévia – LP, pela qual pode solicitar programas adicionais aos propostos no EIA como requisito à obtenção da Licença de Instalação - LI. Dessa forma, para fins deste estudo, será apresentada neste a relação das Medidas e dos Programas Socioambientais consolidados no PBA e aprovados pelo órgão licenciador.

A formulação de cada programa obedeceu a critérios operacionais do empreendimento, de modo a permitir a separação das medidas por etapa predominante de implantação (planejamento/pré-construção, construção e operação) e pelos respectivos responsáveis pela execução ou gestão. Além disso, os Programas Ambientais seguiram as diretrizes definidas na Avaliação Ambiental Estratégica – AAE, e foram sendo compatibilizados e atualizados de maneira a incorporar a experiência adquirida nos estudos e obras dos trechos precedentes.

O **Apêndice B** apresenta os programas e suas respectivas medidas preventivas, mitigadoras ou compensatórias, os quais foram divididas em 3 conjuntos segundo as fases do empreendimento, a saber: o *P1 - Programas com Início na Fase Pré-Construtiva*, que representa o planejamento detalhado de todo o Sistema de Gestão Ambiental do empreendimento; o *P2 - Programas da Fase de Construção*, cuja implementação é realizada durante a execução das obras; e o *P3 - Programas da Fase de Operação*, aplicável durante a operação do empreendimento.

3.3 MONITORAMENTO DA EXPANSÃO DA MANCHA URBANA

Ao longo do processo de licenciamento ambiental do Rodoanel Mário Covas levantou-se a necessidade de atender aos questionamentos da sociedade e autoridades ambientais que manifestavam preocupações relativas aos seus impactos em termos locais de indução a alterações na dinâmica urbana e demográfica sobre áreas ambientalmente sensíveis, apesar da concepção do empreendimento ter previsto características técnicas para evitar expansão urbana indesejada – rodovia classe zero e de acesso controlado – e visar a estruturação do tráfego.

Nessa perspectiva, os órgãos licenciadores estipularam a exigência da estruturação de um programa de monitoramento da expansão da mancha urbana e alteração da zona rural (dinâmica demográfica associada a padrões particulares de uso e ocupação do solo), assim como da cobertura vegetal. Para tanto, foi institucionalizado um grupo técnico composto pela Dersa, Fundação Seade, Emplasa, Instituto Florestal e Secretaria de Estado

de Economia e Planejamento para o desenvolvimento de metodologia de monitoramento e definição das estratégias, que foram reunidos num amplo estudo com sobre a “metodologia para monitoramento da ocupação urbana, cobertura vegetal nativa e dinâmica demográfica da área de influência do Rodoanel Mário Covas”, que permitiu acompanhar indícios de mudança de uso e ocupação do solo, pressão demográfica e remoção de cobertura vegetal. Essa metodologia é objeto de apresentação, de forma sucinta, neste item.

O desenvolvimento dessa metodologia de monitoramento constituiu em importante e inédito instrumento de acompanhamento dos eventuais impactos de uma grande obra viária na dinâmica urbana, populacional e da cobertura vegetal em área ambientalmente sensível da maior região metropolitana brasileira, podendo servir de exemplo ou como base para outras iniciativas do gênero.

Conforme exigências do licenciamento ambiental, tal monitoramento deverá ser mantido ao longo de 20 anos, com acompanhamento sistemático dos indicadores definidos, de forma a permitir tomar medidas corretivas e de controle tão logo se identifiquem eventuais pressões indesejáveis na área monitorada, e mensurar os impactos demográficos, urbanísticos e ambientais originários da operação da rodovia.

O objetivo principal do monitoramento é fornecer referências técnicas capazes de subsidiar políticas e ações de mitigação de eventuais impactos não desejáveis gerados pelo Rodoanel Mário Covas, contribuindo com as instituições de planejamento, fiscalização e controle urbano-ambiental ao proporcionar subsídios que balizem tomadas de decisão ou encaminhamento a outras entidades competentes, no sentido de assegurar qualidade ambiental e ocupação ordenada da área de monitoramento.

3.3.1 Definição das Áreas Monitoradas

Para o estabelecimento de um sistema de acompanhamento das transformações do uso e ocupação do solo urbano, da cobertura vegetal e da dinâmica demográfica na área a ser monitorada, foi determinado uma Área de Interesse de Monitoramento – AIM, cujo espaço territorial engloba a Área Diretamente Afetada – ADA, a Área de Influência Direta – AID, e os *hot spots* - áreas prioritárias de interesse de monitoramento - definidos para uso do solo urbano, cobertura vegetal e dinâmica demográfica.

Devido às especificidades do monitoramento, definiu-se que a área a ser monitorada deveria ser a que representa a maior sensibilidade para as alterações no uso do solo urbano, na dinâmica demográfica e na cobertura vegetal, a partir do eixo do Rodoanel. Por exemplo: a AII é muito abrangente, incorporando territórios de ocupação consolidada da Região Metropolitana de São Paulo, o que a torna pouco sensível à percepção de alterações na dinâmica demográfica; já a AID é muito limitada para a observação na alteração do uso do solo urbano e na cobertura vegetal, enquanto a ADA

restringe-se à via propriamente dita (área insuficiente para todas as dimensões a serem consideradas nas análises). A Área de Interesse de Monitoramento, além dos limites dos municípios e distritos do município de São Paulo, foi dividida em Unidades Territoriais de Estimativa da População – UTs e Parcelas Territoriais, conforme descrição a seguir.

- a) **Definição das Unidades Territoriais (UTs):** são áreas que correspondem às agregações de setores censitários (A unidade mínima de informação para o sistema de referência de pesquisas domiciliares do IBGE). Esse procedimento visa obter pequenas áreas para estimação de população por meio de metodologia específica. As UTs caracterizam-se por serem homogêneas do ponto de vista socioeconômico / censitários, sobre os quais são levantados indicadores demográficos. A divisão do município nessas pequenas áreas foi feita por meio da metodologia de análise estatística espacial conhecida como “Árvore Geradora Mínima”.
- b) **Definição da Parcelas Territoriais (PTs) de Quantificação dos Dados de Uso do Solo e Cobertura Vegetal:** A partir das Unidades Territoriais (UTs) foram construídas as Parcelas Territoriais (PTs), que correspondem à segmentação das UTs a cada faixa de distância fixa a partir do eixo do Rodoanel. Como são construídas a partir dos setores censitários, as parcelas respeitam os limites dos distritos e monitoramento do uso do solo dos municípios da AIM.
- c) **Hot spots :** Os *hot spots* são áreas prioritárias de monitoramento onde deverão ser levantadas informações censitárias diretas por meio de pesquisa de campo. Estes pontos compartilham entre si a qualidade de serem indicadores mais sensíveis a mudanças socioambientais. Além disso, todos eles originam-se do cruzamento de dados sócio territoriais de uma matriz de critérios, que se constitui no banco de dados relacionados a um sistema de georreferenciamento. Por intermédio desse instrumento, além de ser possível descobrir as áreas mais sensíveis e, portanto, prioritárias para o monitoramento (os *hot spots*), é possível também estabelecer os parâmetros quantitativos iniciais, como medida de controle das eventuais alterações, ou seja, a linha de base do estudo.

3.3.2 Metodologia de Monitoramento das Áreas de Interesses

O monitoramento abrange o uso do solo, a cobertura vegetal e a dinâmica demográfica, que possuem procedimentos metodológicos distintos, apresentados nos subitens a seguir. A metodologia de monitoramento partiu da composição de uma matriz com um conjunto de variáveis próprias para cada um desses três temas, cuja função foi inicialmente identificar os *hot spots* e posteriormente estabelecer os parâmetros quantitativos iniciais, como medida de controle das eventuais alterações.

A matriz de critérios para identificação de *hot spot* foi elaborada para classificar os elementos considerados indutores ou restritivos à ocupação urbana na AIM. Para tanto,

foram selecionados um conjunto de indicadores a serem medidos na área de monitoramento, que são utilizados como parâmetros quantitativos responsáveis pelo monitoramento na área de abrangência e compõe as matrizes de critérios e avaliação.

a) Metodologia de Monitoramento do Uso do Solo Urbano

A composição da matriz de uso do solo se consolidou em quatro grupos de elementos com as seguintes funções:

- revelar a dinâmica da ocupação;
- conhecer as restrições de regulação às quais o território está sujeito a partir dos instrumentos urbanísticos definidos nos Planos Diretores municipais;
- definir e identificar os grandes equipamentos urbanos geradores de tráfego e fluxo de pessoas;
- avaliar a mobilidade a partir da estruturação da rede viária, acesso e cruzamentos existentes em relação à existência do Rodoanel.

A matriz de critérios para identificação de *hot spots* de uso do solo foi elaborada para classificar os elementos que induzem ou restringem a ocupação urbana nas áreas de influência do Rodoanel.

Foram considerados elementos indutores de ocupação:

- áreas com ocupação urbana incipiente com possibilidade de expansão e adensamento;
- instrumentos urbanísticos – Zona Especial de Interesse Social (Zeis) e Operação Urbana;
- infraestrutura e equipamentos de transportes (viário local/ terminal de trem e de ônibus);
- grandes equipamentos (com indução de aumento de tráfego / aumento de população).

Foram considerados elementos restritivos à ocupação urbana:

- ocupação urbana consolidada;
- instrumentos urbanísticos – Zona Especial de Interesse Ambiental (Zeia) e Operação Urbana;
- ausência de acesso viário e transporte (vias locais / estradas vicinais / terminais de ônibus e de trem).

As variáveis que integram a matriz de definição dos *hot spots* são consideradas elementos de monitoria por constituírem itens de impacto sobre a transformação do território, com relação às alterações de uso e ocupação do solo. A matriz foi composta por quatro grupos de elementos fundamentais, conforme a seguir:

1. *Uso do solo*: recurso utilizado para identificar as transformações urbanas quanto ao uso e ocupação do solo mapeado a partir de informações obtidas pelas imagens de satélite. Esse grupo foi subdividido em: a) área não ocupada;

- b) área em ocupação; c) parque (urbano e unidade de conservação); d) precário (favelas e assentamento de baixa renda); e) residencial (classe residencial e mista).
2. *Instrumentos urbanísticos*: recurso utilizado para identificar intervenções urbanísticas previstas nos planos diretores capazes de adensar a ocupação ou promover melhorias ao implementar seus instrumentos urbanísticos. Incluem as Zonas Especiais de Interesse Social – Zeis, Zonas Especiais de Interesse Ambiental - Zeias e Operações Urbanas.
 3. *Equipamentos de pressão demográfica e de tráfego (Grandes Equipamentos)*: Recurso utilizado para identificar aumento de circulação de pessoas, automóveis e caminhões, que gera pressões demográfica e de tráfego (gerador de população; polo gerador de tráfego e polo gerador de população e tráfego).
 4. *Mobilidade (Sistema Viário e Transporte)*: Este é um recurso utilizado para: calcular a distância a ser percorrida das UTs aos acessos e aos cruzamentos (em desnível) do Rodoanel com vias importantes para a circulação na AIM; identificar as facilidades de acesso pela presença de terminais de ônibus metropolitano e de trem; calcular a densidade do sistema viário existente conforme sua hierarquia (macrometropolitano, metropolitano, estrutural urbano e vicinal). Constituem o grupo: terminais de ônibus; acessos; sistema viário metropolitano e macrometropolitano; viário local; etc.

Todas as parcelas da AIM foram classificadas em grupos homogêneos. A partir de um conjunto de dados sobre a estrutura urbana extraído do mapeamento do uso e ocupação do solo, foram calculados indicadores. Esse conjunto de dados de cada parcela corresponde ao marco inicial da situação na AIM e esses parâmetros são utilizados posteriormente para monitoramento do Rodoanel quanto ao uso do solo. A cada atualização das informações, as parcelas são avaliadas e comparadas em relação à sua situação anterior (inclusive as parcelas *hot spots*).

A partir dessas variáveis, são identificadas as áreas de maior pressão de transformação do uso do solo (*hot spot*), que exigem mais atenção do monitoramento. Como formas de acompanhamento do uso do solo, as checagens de alteração poderão ser feitas acompanhando-se os *hot spots* e, para o restante da Área de Interesse do Monitoramento (AIM), nos intervalos definidos no cronograma de monitoria.

O monitoramento do uso do solo está vinculado à atualização do mapeamento do uso do solo urbano que por sua vez depende da aquisição de imagens orbitais. Para o restante da AIM, a evolução da expansão urbana formal poderá ser monitorada pelos pedidos de aprovação de empreendimentos residenciais, pelo GRAPROHAB, e não residenciais, pelo Conselho Estadual do Meio Ambiente (CONSEMA). Também são acompanhadas as anuências prévias de aprovação e emissão de alvarás pelas prefeituras que se inserem na Área de Interesse de Monitoramento (AIM). Além disso, vale-se, no tocante aos indícios de alteração da ocupação, do levantamento de campo da Pesquisa de Emprego e Desemprego (PED), da Fundação Seade. Pode-se ainda acompanhar Diário

Oficial do Município, que publica as aprovações dos planos aprovados por lei; consultar os órgãos municipais competentes e mesmo os orçamentos anuais para identificar possíveis decisões de investimento; licenciamentos prévios e de operação da CETESB/CONSEMA, bem como dos licenciamentos municipais; quanto à mobilidade, a monitoria dos investimentos em transporte e sistema viário é feita a partir do acompanhamento dos programas e projeto de investimentos prioritários previstos no Plano Plurianual (PPA), uma vez que se trata de investimentos realizados pelo setor público (Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos – EMTU, Companhia Paulista de Trens Metropolitanos – CPTM – e Companhia do Metropolitano de São Paulo – Metrô).

b) Metodologia de Monitoramento da Valorização e Desvalorização Imobiliária

No que tange ao monitoramento da valorização e desvalorização imobiliária, foi desenvolvida uma pesquisa pela Emplasa afim de identificar órgãos produtores dessas informações, a estrutura de bases de dados organizadas e o acesso a elas, buscando encontrar alternativas para medição da valorização e propor o desenvolvimento de um indicador capaz de estimar o impacto da construção do Rodoanel na valorização/desvalorização do preço dos imóveis.

Um Parecer Técnico sobre o **Impacto da construção do Rodoanel no preço dos imóveis** realizado por expert na área de avaliação imobiliária, Andreina Nigriello, que é professora universitária na COPPE/UFRJ e FAU/USP, concluiu-se que:

- *Os efeitos do Rodoanel no mercado imobiliário não podem ser medidos de forma isolada;*
- *Um indicador dos efeitos do Rodoanel, em conjunto com outras melhorias que ampliaram o padrão de urbanização da RMSP, é a mudança no uso e ocupação do solo resultante da ação do mercado imobiliário para a apropriação das vantagens de redução nos custos de circulação de pessoas e mercadorias que a nova via passou a oferecer.*

Portanto, no trabalho elaborado pela Emplasa, na área de estudo adotada para avaliar os efeitos do Rodoanel, os perímetros que se destacam por alterações no uso e ocupação do solo também podem ser indicativos de áreas em que houve alteração no preço dos imóveis. Tais alterações podem ser atribuídas não apenas à presença do Rodoanel, mas a uma conjunção de fatores, como por exemplo a dinâmica do mercado imobiliário local e as restrições legais sobre o uso e ocupação do solo”.

c) Metodologia de Monitoramento da Dinâmica Demográfica

Foram considerados três recortes espaciais para o monitoramento da dinâmica demográfica: a Área de Interesse de Monitoramento (AIM), os *hot spots* e as unidades territoriais específicas (UTs), explicadas anteriormente.

Para o monitoramento da dinâmica demográfica, foram identificados os setores censitários prioritários vinculados às parcelas territoriais a elas correspondentes. A decisão pelo uso dos setores censitários como a unidade a ser monitorada deve-se ao fato

de estes serem as menores unidades de coleta de informações demográficas e, portanto, constituírem-se em banco de dados básicos para o monitoramento.

A experiência vivenciada pelos técnicos da Fundação Seade, responsável pelo monitoramento demográfico, mostrou que a solução adotada de usar os setores censitários como definidores dos *hot spots* não se mostrou eficiente nas porções mais periféricas, sobretudo naquelas compostas por favelas e loteamentos irregulares. Diferentemente das áreas mais consolidadas da cidade, nas periferias urbanas ocorre um duplo problema: a imprecisão de seus limites, uma vez que nessas áreas não existem muitos marcos espaciais definidos (feições urbanas – logradouro, córregos, etc.) ou, se existem, são confusos e pouco precisos, como no caso das favelas; e o difícil acesso a determinados locais, devido o tamanho das áreas e suas vias precárias.

A metodologia de definição dos *hot spots* (áreas que serão objeto de monitoramento da dinâmica demográfica) fundamentou-se nos seguintes passos:

- Identificação das Unidades Territoriais classificadas como vulneráveis (grupos 4, 5 e 6 do IPVS) e que possuem mais de 30% de sua área com favelas ou assentamento precário;
- Identificação dos setores censitários que pertencem a essas UTs selecionadas;
- Classificação desses setores censitários segundo o uso do solo urbano da Emplasa;
- Cálculo da taxa de crescimento populacional anual desses setores censitários;
- Seleção dos setores censitários que apresentaram essa taxa igual ou superior a cinco vezes à da RMSP e que foram classificados como: Assentamento precário; Favelas; Áreas em ocupação.

A partir desses setores censitários foram selecionados aqueles que se localizam dentro da faixa de 1,0 km do eixo da rodovia; definidos os limites dos *hot spots* a partir da análise de imagens orbitais, segundo as feições urbanas.

O **Quadro 14** a seguir apresenta as variáveis da dinâmica demográfica e a descrição, bem como as unidades de territorial de monitoramento, periodicidade, informações e fonte para cada variável do monitoramento. Esse conjunto de indicadores permite avaliar o crescimento populacional (ou decréscimo) de forma direta, como é o caso da taxa de crescimento populacional e do número de domicílios, e de forma indireta, caso do crescimento vegetativo.

Quadro 14 - Variáveis, Unidades e Periodicidade do Monitoramento da Dinâmica Demográfica.

Variáveis	Descrições	Unidades de monitoramento	Periodicidade	Informação	Fonte
Taxa de crescimento vegetativo anual da população	Diferença entre o número de nascimentos e óbitos, registrados em um ano, segundo a residência da ocorrência. Esse indicador apresenta boa qualidade no nível territorial das UTs e razoável qualidade no nível de setores censitários (<i>hot spots</i>).	UTs e <i>Hot Spots</i>	Anual	Registro Civil	SEADE
Taxa de crescimento da população total	Variação de população em uma UT de um ano para outro. O cálculo é feito pela estimativa anual da população para cada UT. As estimativas são obtidas por meio de modelos estatísticos, utilizando dados de ligações de luz e água, consumo de água e registros de nascimentos e óbitos. Esse indicador não pode ser calculado ao nível de setores censitários, exceto para comparação de anos de censos (caso da seleção dos <i>hot spots</i>).	UTs	Anual	Censos, registros administrativos (estimação por metodologia de pequenas áreas)	IBGE, AES, SEADE
Número de residências	Semestralmente as residências de todos os setores censitários identificados como <i>hot spots</i> serão contados, buscando identificar possíveis aumentos de população.	<i>Hot spots</i>	Semestral	Pesquisa de campo	SEADE
Área ocupada residencial	Por meio de imagens de satélites e modelos de reconhecimento de ocupação do solo, são identificados <i>hot spots</i> que apresentarem grande diferença de ocupação não-residencial para residencial. Esse tipo de indicador não permite o monitoramento ao nível de <i>hot spots</i> .	<i>Hot spots</i>	Anual	Imagens de satélite, registros administrativos, censos	IBGE, SEADE, INPE

Fonte: Adaptado de DERSA/SEADE.

As quantidades estimadas para os *hot spots* e UTs são avaliadas e comparadas aos mesmos indicadores referentes à RMSP, à média observada para toda a AIM e a uma área de controle (a ser escolhida). Essa comparação permite a identificação de padrões atípicos de comportamento demográfico em UTs (possível ocorrência de novos *hot spots*) e *hot spots*.

d) Metodologia de Monitoramento da Cobertura Vegetal Nativa

O mapeamento da cobertura vegetal nativa foi realizado a partir da fotointerpretação das ortofotos, na escala de 1:25.000. A legenda utilizada para classificação das formações vegetais baseou-se nas proposições do Projeto RADAMBRASIL, de acordo com as unidades fisionômico ecológicas da cobertura vegetal nativa, apoiada pela Resolução nº 10, de 1º de outubro de 1993, que estabelece os parâmetros básicos para análise dos estágios de sucessão de Mata Atlântica.

Para subsidiar a definição dos *hot spots* de vegetação nativa foi realizada uma análise de sua distribuição na Área de Interesse de Monitoramento – AIM ao longo do eixo da rodovia. A seleção dos *hot spots* de vegetação nativa foi realizada a partir da análise de variáveis ambientais que representam a distribuição e o estado de conservação da cobertura vegetal, sua relação com cursos d'água e nascentes, bem como a presença de fatores impactantes no uso do solo ao seu redor.

Dessa maneira, foi elaborada uma matriz com indicadores utilizados, atribuindo-se, aos mesmos, pesos, de acordo com sua importância relativa. Os intervalos foram definidos com base no monitoramento realizado, mas podem ser ajustados em função do resultado esperado na região de interesse.

Tabela 2 - Matriz de critérios de avaliação da cobertura vegetal nativa.

Índices	Unidade de Medida	Descrição	Método de Cálculo	Número / Intervalo		Nota
Fisionomias	Unidade	Uma maior diversidade de fisionomias resulta em oferta de <i>habitat</i> e alimentos mais diversificados para a fauna. Essa variável possui correlação com a riqueza de espécies, de modo que é considerada um forte atributo para melhor representar a biodiversidade.	Nº de unidades vegetacionais por parcela territorial.	número		nota
				1		1
				2		2
				3		3
				4		4
Hidrografia	m ⁻¹	A presença de corpos d'água aumenta a diversidade de habitats e possibilita a permanência de maior diversidade biológica, consideraram-se prioritárias áreas que protejam maior extensão de cursos d'água.	Extensão total dos cursos d'água (m) / área da parcela territorial (ha)	>5		5
				de	a	nota
				0,0000	0,0010	1
				0,0010	0,0020	2
				0,0020	0,0030	3
Nascentes	Unidade	Esta variável está diretamente correlacionada com o índice de drenagem. Considerando que a integridade dos recursos hídricos e da fauna que deles depende só pode ser assegurada se as nascentes estiverem protegidas, foram priorizadas áreas que protegem nascentes.	Nº total de nascentes por parcela territorial	0,0030	0,0050	4
				>0,0050		5
				de	a	nota
				0	10	1
				10	20	2
APP de rios, corpos d'água e nascentes	%	Baseado nas resoluções Conama nº 302/2002 e nº 303/2002, que dispõem sobre parâmetros, definições e limites de APPs de cursos e corpos d'água e nascentes, foram geradas as APPs para cada parcela.	Áreas de APP de rios, corpos d'água e nascentes (ha) / área da parcela territorial (ha) * 100	20	50	3
				50	100	4
				>100		5
				de	a	nota
				0	20	1
Cobertura vegetal nativa em APP de rios, corpos d'água e nascentes	%	Além de avaliar a quantidade de APP presente na parcela, avaliou-se também a sua ocupação, levando em conta a quantidade de cobertura vegetal nativa presente na mesma. Esta variável é um forte indicador de qualidade ambiental.	Cobertura vegetal nativa em APP de rios, corpos d'água e nascentes (ha) da parcela / área da parcela territorial (ha) * 100	20	40	2
				40	60	3
				60	80	4
				80	100	5
				de	a	nota
Cobertura vegetal nativa	%	Porcentagem da área da parcela territorial ocupada por todas as categorias de vegetação nativa existente na parcela.	Cobertura vegetal nativa (ha) / área da parcela territorial (ha) * 100	0	20	1
				20	40	2
				40	60	3
				60	80	4
				80	100	5
Conectividade entre fragmentos de vegetação nativa a distâncias de 50m, 100m e 200m	Unidade	Total de fragmentos de vegetação nativa conectados a determinadas distâncias na unidade territorial, reconhecendo que a conectividade é importante para aumentar os corredores ecológicos.	Número de fragmentos conectados a distâncias de 50m, 100m e 200m	de	a	nota
				2	10	1
				11	100	2
				101	1000	3
				1.001	10.000	4
				> 10.000		5

Índices	Unidade de Medida	Descrição	Método de Cálculo	Número / Intervalo		Nota
				de	a	
Estado de conservação da vegetação nativa	%	Fatores de degradação ambiental, como fogo, desmatamento e exploração seletiva, conduzem à perda de diversidade biológica. Por isso, considerou-se nesta variável a proporção de áreas ocupadas por vegetação secundária em estágio avançado ou bem próxima de seu estado original. Esse critério atende a uma das mais importantes metas da conservação, que é a persistência da diversidade.	Área de vegetação nativa em melhor estado de conservação da parcela (ha) / área da parcela (ha).	0	20	5
				20	40	4
				40	60	3
				60	80	2
				80	100	1
Uso do solo impactante	%	A vulnerabilidade do ecossistema depende dos efeitos de borda e dos riscos de desastres em função do uso das terras na vizinhança. Dessa forma, consideraram-se nesta variável os usos do solo nas áreas de entorno de vegetação nativa, ocupadas por atividades que oferecem maior ameaça aos recursos naturais, como áreas residenciais, industriais, infraestrutura de transportes, mineração, empreendimentos comerciais de grande porte.	Área total dos usos do solo de maior impacto da parcela (ha) / área da parcela (ha) * 100.	0	20	5
				20	40	4
				40	60	3
				60	80	2
				80	100	1
Unidade de conservação de proteção integral e de uso sustentável	%	A presença de unidades de conservação nas parcelas é um indicador fortemente positivo para a integridade da vegetação nativa e biodiversidade.	Área da Unidade de conservação na parcela (hectares) / área da parcela territorial (hectares) * 100	0	20	1
				20	40	2
				40	60	3
				60	80	4
				80	100	5
Zona de amortecimento de unidade de conservação de proteção integral	%	Porcentagem da área da parcela territorial ocupada por zona de amortecimento de unidade de conservação de proteção integral.	Zona de amortecimento (ha) / área da parcela territorial (ha) * 100	0	5	1
				5,1	10	2
				10,1	20	3
				20,1	50	4
				50,1	100	5

Fonte: Adaptado de DERSA/SEADE.

Inicialmente, esta matriz é aplicada em todas as parcelas territoriais, atribuindo-se as respectivas notas para cada variável. Em seguida, as parcelas territoriais são agrupadas e atribuídos pesos para cada parcela, considerando a distância para o Rodoanel.

O acompanhamento das alterações da cobertura vegetal nativa é realizado por meio de imagens orbitais ou ortofotos e com trabalhos de campo. As principais variáveis avaliadas são a evolução da área de vegetação nativa, seu estado de conservação e evolução e as modificações do uso do solo no entorno dos fragmentos de vegetação.

3.4 SISTEMA DE AVALIAÇÃO DE SUSTENTABILIDADE: *ENVISION*

O Trecho Norte do Rodoanel passou por um processo de avaliação de estudo de caso, utilizando o sistema de classificação *Envision*. O *Envision* é um sistema de classificação para infraestrutura sustentável, que foi desenvolvido pelo Instituto de Infraestrutura Sustentável (ISI), em parceria com o *Zofnass Program for Sustainable Infrastructure*, da Universidade de Harvard. O ISI foi fundado pelo Conselho Americano

de Empresas de Engenharia (ACEC), a *American Public Works Association* (APWA), e pela Sociedade Americana de Engenheiros Civis (ASCE).

O escopo desse estudo de caso foi apoiar a implementação da Estratégia de Infraestrutura Sustentável do BID (Banco Interamericano de Desenvolvimento), desenvolvido em dezembro de 2013, aprendendo lições de sustentabilidade de projetos de infraestrutura que foram desenvolvidos com o financiamento do Banco. Uma equipe de pesquisadores de *Harvard*, com o fornecimento de dados e informações de funcionários e consultores da DERSA, aplicou a metodologia de avaliação *Envision* para avaliar o Trecho Norte do Rodoanel, visando extrair lições aprendidas para a infraestrutura sustentável com esse estudo de caso e fornecer recomendações para melhorar a aplicabilidade da metodologia.

O estudo demonstrou as realizações do projeto e a gama de valores que poderiam ser manifestados por políticas e ações sólidas de sustentabilidade. Além disso, as principais conclusões foram resumidas em um relatório de síntese, o qual foi apresentado na reunião anual da *International Association for Impact Assessment* (IAIA) no Panamá.

O sistema de classificação *Envision* é uma ferramenta de avaliação e orientação de empreendimentos para projeto de infraestrutura sustentável, que abrange todas as fases do ciclo de vida de um empreendimento: planejamento, projeto, construção, operação e demolição. O sistema se aplica a todos os tipos e tamanhos de projetos de infraestrutura civil, tais como estradas, pontes, gasodutos, ferrovias, aeroportos, barragens, diques, aterros, sistemas de tratamento de água, e outros. Esse sistema não foi concebido para avaliar edifícios destinados exclusivamente à ocupação humana, tais como hospitais, escolas, escritórios ou residências. Embora inicialmente desenvolvido para os Estados Unidos e Canadá, o *Envision* pode ser aplicado em outros locais.

A *Envision* tem 60 critérios de sustentabilidade (chamados "créditos") organizados em cinco categorias:

1. *Qualidade de Vida*: concentra-se em como os projetos de infraestrutura interagem com a comunidade local, e como eles afetam a saúde e a segurança das populações, criam empregos significativos e respeitam os valores e tradições locais. Os membros da comunidade afetados pelo projeto são considerados partes interessadas importantes no processo de tomada de decisão. A categoria é dividida em três subcategorias: Propósito, Bem-Estar e Comunidade.
2. *Liderança*: enfatiza a governança de projetos eficaz, equitativa e transparente, fornecendo um conjunto claro de critérios para gestão, colaboração e sistemas organizacionais para planejamento de longo prazo. Esta categoria é dividida nas três subcategorias de colaboração, gerenciamento e planejamento.
3. *Alocação de Recursos*: lida com os materiais e recursos consumidos pela infraestrutura (durante a construção e as operações). Essa categoria está amplamente preocupada com a quantidade, a origem e as características desses recursos e seus impactos na sustentabilidade geral do projeto. Os recursos

abordados incluem materiais físicos (tanto aqueles que são consumidos e que saem do projeto), energia e uso da água. Materiais, energia e água compõem as três subcategorias de alocação de recursos.

4. *Mundo Natural*: aborda os impactos que um projeto de infraestrutura tem sobre o meio ambiente, avaliando os efeitos sobre a biodiversidade e recursos naturais devido à seleção de locais, escolhas de projeto e práticas de construção, bem como procedimentos operacionais. Esses tipos de interações e impactos foram divididos em três subcategorias: Localização, Terra e Água e Biodiversidade.
5. *Clima e Riscos*: se concentra em dois conceitos principais: minimizar as emissões que podem contribuir para aumentar os riscos de curto e longo prazo e garantir que os projetos de infraestrutura sejam resilientes aos perigos de curto prazo ou possam se adaptar às condições futuras de longo prazo. A categoria Clima e Risco é dividida em duas subcategorias: Emissões e Resiliência.

O **Apêndice C** apresenta os critérios, indicadores e métricas utilizadas no estudo de caso do Trecho Norte do Rodoanel aplicado por pesquisadores de *Harvard*.

Cada crédito refere-se a um indicador específico de sustentabilidade. Esses créditos são classificados em uma escala de cinco pontos chamada de “nível de realização”: “melhorado”, “aprimorado”, “superior”, “conservador” e “restaurativo”. Os critérios de avaliação são fornecidos para determinar se as qualificações para cada nível de realização foram cumpridas para um determinado crédito. Em cada uma dessas cinco categorias, há um crédito especial chamado "Inovar ou exceder os requisitos de crédito", que consiste na oportunidade de premiar o desempenho excepcional que aplica métodos inovadores dentro dos assuntos avaliados pelo *Envision*.

O nível “melhorado” de conquista é concedido para um desempenho que excede os requisitos regulatórios. Os níveis “aprimorado” e “superior” indicam melhorias graduais adicionais, enquanto que “conservador” geralmente indica desempenho que alcança um impacto nulo ou neutro. "Restaurativo" é o nível mais alto e é normalmente reservado para projetos que produzem um impacto positivo líquido geral. O sistema *Envision* pesa o valor relativo de cada crédito e nível de realização, atribuindo pontos. Os critérios de crédito estão documentados no *Envision Guidance Manual*, disponível para o público nos sites do ISI (<http://www.sustainableinfrastructure.org>) e do Zofnass Program (<http://www.zofnass.org>).

As classificações de sustentabilidade são estabelecidas por meio de uma avaliação de desempenho que concede pontos para os cinco níveis de realização dentro de cada crédito, além dos pontos adicionais para desempenho inovador. Os projetos que aplicam o *Envision* e optam por uma revisão independente de terceiros do ISI (chamada "Verificação") podem ser qualificados para prêmios. Os níveis de classificação atribuídos estão fixados em 20% (Bronze), 30% (Prata), 40% (Ouro) e 50% (Platina).

Por meio de respostas a questionários, com o envolvimento de cerca de 40 profissionais, o projeto do Trecho Norte do Rodoanel recebeu a Medalha de Ouro.

CAPÍTULO 4 – ESTRUTURA DE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DE SUSTENTABILIDADE

Como resultado da pesquisa, foi proposta uma estrutura para avaliação de desempenho da sustentabilidade, considerando as interfaces urbano-rodoviárias, com base nos dados obtidos em ferramentas de avaliação de sustentabilidade aplicadas no planejamento do setor de transporte e no estudo de caso.

A estrutura foi organizada por fatores de avaliação, suportados por princípios de políticas nacionais e agendas de sustentabilidade. Para cada fator estabelecido, foi desenvolvido objetivo, metas e métricas específicas, visando contribuir para que agências de transporte possam medir o progresso de suas atividades em direção à sustentabilidade. Como produto final, foram desenvolvidas *fichas de avaliação* (vide **Apêndice D**), visando orientar a aplicação de indicadores nas etapas de tomada de decisão. Orientações gerais também foram fornecidas como diretrizes para aplicação da estrutura.

4.1 SOBRE A ESTRUTURA DE AVALIAÇÃO

O processo de decidir como, onde e quando implantar uma nova infraestrutura rodoviária normalmente envolve muitas partes interessadas em uma série de atividades políticas, de planejamento, econômicas, de engenharia e a participação social adequada, que são realizadas durante um longo período de tempo, abrangendo a consideração de vários fatores ambientais, sociais e econômicos, pautada em uma base institucional sólida, com eficiente sistema de gestão. A estrutura proposta oferece uma maneira de organizar a forma como podem ser utilizados indicadores, de modo que eles sirvam como uma ferramenta de apoio à decisão e de comunicação às partes interessadas.

A estrutura de avaliação de desempenho de sustentabilidade proposta neste trabalho fornece indicadores para uma avaliação abrangente no espaço urbano-metropolitano, com ênfase no planejamento de infraestrutura rodoviária, por ser a matriz de transporte adotado no País e por possuir o maior potencial de influência nas questões que afetam a sustentabilidade urbana.

A tomada de decisões de empreendimentos de transporte geralmente começa com o reconhecimento de sua necessidade, das soluções conceituais e com o estabelecimento de objetivos e metas em amplas regiões. À medida que essa necessidade caminha para um consenso, o foco da tomada de decisão evolui para uma consideração das necessidades e soluções locais e específicas em nível de projeto, que exige um maior nível de detalhamento, bem como aumento de resoluções e escalas para apoiar tomada de decisões. Dessa forma, em função do processo de desenvolvimento de infraestrutura de

transporte, da disponibilidade de dados e nível de detalhamento, entre outros, as questões devem ser tratadas de maneira diferenciada nas suas diferentes fases.

Neste trabalho, os indicadores estão organizados em fatores considerados mais relevantes em relação aos aspectos sócio-urbano-ambientais para apoiar as principais decisões nas fases de planejamento de uma nova infraestrutura rodoviária, definidas neste trabalho como: plano de longo prazo, programa, avaliação ambiental de projetos e monitoramento. Essas fases de tomada de decisão e as oportunidades com maior potencial de aplicação dos indicadores estão apresentadas na **Figura 15**.

Figura 15 - Fases de tomada de decisão em transporte de uso potencial da estrutura conceitual.

A compreensão das fases é importante para verificar como as mesmas se relacionam com os princípios da sustentabilidade, de forma a subsidiar o estabelecimento de objetivos, metas e ações de sustentabilidade, bem como selecionar os indicadores e medidas de desempenho que respeitem os momentos mais adequados para tomadas de decisão. As questões abordadas e as medidas usadas em vários estágios do processo podem se alterar à medida que uma agência passa de necessidades generalizadas para projetos específicos.

Os *Planos e Programas* devem considerar os impactos com abrangência regional ou estadual, que devem ser analisados na fase preliminar de projetos, nos quais se destacam as principais características preventivas. Para a fase de *Avaliação ambiental de projetos*, os impactos das obras e da operação devem ser minuciosamente avaliados, contemplando a inclusão dos aspectos socioambientais no detalhamento do projeto de engenharia e na fase de construção. Já na fase de *Monitoramento* os impactos remanescentes na fase de operação devem ser acompanhados (e.g. indução de ocupação irregular, poluição do ar e da água, geração de ruídos, ocorrência de acidentes, etc).

De modo geral, a utilização de indicadores nesses estágios pode contribuir para o efetuar um diagnóstico atual e orientar as decisões sobre onde aplicar mais recursos, a partir de uma perspectiva sobre o desempenho futuro previsto, utilizando ferramentas preditivas, bem como preencher a lacuna entre o projeto e os níveis estratégicos, com base na avaliação dos resultados esperados de projetos individuais no alcance de metas.

Para abranger vários estágios e níveis de aplicação, a estrutura de avaliação foi concebida de forma genérica, visando permitir que as agências de transporte personalizem seus objetivos, metas, indicadores e medidas de desempenho, de modo flexível e modular, considerando a natureza multidimensional da sustentabilidade em seu contexto de aplicação. Ou seja, a instituição deve selecionar ou adaptar os indicadores fornecidos pela estrutura de forma seletiva, com base em suas necessidades específicas, considerando principalmente os seus objetivos e metas estratégicos e os fatores apropriados para a abordagem a que se pretende.

A estrutura foi composta por um número suficientemente grande de indicadores e medidas de desempenho, para que possam ser selecionados pelos potenciais usuários de acordo com sua aplicação de interesse e disponibilidade de dados ou viabilidade de coleta de dados. Com isso, pretende-se que a estrutura de avaliação se aplique a diversas agências de transporte, permitindo-as ajustar ao seu planejamento estratégico.

Ressalta-se que nem todos indicadores e medidas de desempenho são apropriados para todos os casos que requeiram o fator de avaliação, tampouco é recomendável a aplicação de todos em função da ineficiência e excessiva quantidade de recursos necessários. Assim, a partir dos indicadores contidos na estrutura, a instituição selecionará os indicadores de seu interesse, reduzindo a uma lista mais simplificada, considerando as suas metas, as lacunas na disponibilidade de dados, os limites de recursos e tempo para obtenção de dados, o interesse das partes interessadas, entre outros critérios.

Usualmente, os indicadores podem ser avaliados numericamente (percentual, intervalo, ordinal, escalar) ou verbal (escala semântica), ou seja, podem traduzir uma característica quantitativa ou qualitativa. Neste trabalho, priorizou-se indicadores que pudessem ser numericamente medidos, não descartando aqueles qualitativos julgados essenciais. Para a mensuração, foram fornecidas unidades relativas para quantificação de forma desagregada, como por exemplo *per capita*, por km, diferentes periodicidades, opções de escalas de unidades geográficas, etc., visando apoiar aplicações com tipos e

níveis de detalhes específicos de análise. Permite-se, assim, que as medidas de desempenho possam ser adaptadas aos objetivos específicos, abrangências e limitações das agências de transportes interessadas.

Não foi objeto desta pesquisa apresentar as fontes potenciais de dados, uma vez que são significativamente diferentes entre estados e regiões. Os recortes espaciais e a periodicidade a serem utilizados pelos usuários da estrutura devem ser definidos de acordo com o indicador e o objetivo do interessado. No entanto, destaca-se que muitos dos dados necessários para esses indicadores podem estar disponíveis por meio de fontes existentes, como censos e pesquisas, estudos ambientais e de tráfego, pesquisas de viagens e outros relatórios. Outros dados podem ser coletados durante atividades regulares de planejamento e até mesmo fornecidos por outras instituições. Já alguns indicadores podem exigir a coleta de dados primários.

Além disso, a seleção dos indicadores não considerou as dificuldades para coletar os dados, mas simplesmente aqueles considerados pelo autor recomendáveis de mensuração ou potenciais de uso. Portanto, para sua plena aplicação, muitos gestores e instituições poderão necessitar de adequação em seus processos para coletar dados ou, até mesmo, descartar muitos indicadores selecionados, em função da indisponibilidade de dados, dos elevados custos de coleta de dados, da baixa relevância com o objeto de aplicação, entre outras questões.

Vale destacar, ainda, que alguns indicadores podem conter informações redundantes ou que se sobrepõem. Caberá ao interessado pela utilização selecionar aqueles indicadores que melhor se enquadram ao seu contexto de aplicação.

A seleção dos indicadores pautou-se na avaliação dos efeitos nos sistemas de transportes, observando a influência nas questões urbanas e regionais. O objetivo foi identificar indicadores que pudessem subsidiar tomada de decisões em sistema de transporte com utilização a nível regional, urbano e suburbano, visando a avaliação de políticas de transportes.

4.2 CONSTRUÇÃO DA ESTRUTURA CONCEITUAL

4.2.1 Fatores de Avaliação de Desempenho

Com base nos Princípios das políticas nacionais aplicáveis, nos fatores avaliados no estudo de caso e nos fatores amplamente abordados nas ferramentas de avaliação, foram estabelecidos os seguintes *fatores de avaliação* para compor a estrutura de avaliação.

Os *fatores de avaliação* selecionados estão apresentados no **Quadro 15**, seguidos da análise cruzada com os princípios, diretrizes ou agendas que os sustentam.

Quadro 15 - Relação dos fatores de avaliação com Políticas, Normas ou Metas de Desenvolvimento Sustentável.

Fatores de Avaliação	Política Urbana	PN de Transporte	PN de Mobilidade Urbana	PN de Meio Ambiente	Metas ODS
Mobilidade e Eficiência do Sistema	-	Princípio V (Art. 3º); Objetivo I (Art. 4º); Diretriz I (Art. 5º)	Princípios IV e IX (Art. 5º); Objetivo III (Art. 7º)	-	10.7
Acessibilidade	-	Objetivo I (Art. 4º);	Princípio I (Art. 5º); Objetivos II e III (Art. 7º); Direito IV (Art. 14); Diretriz IV (Art. 24)	-	11.2 11.7
Segurança	Diretriz XIII (Art. 2º)	Objetivo II (Art. 4º); Diretriz I (Art. 5º)	Princípio VI (Art. 5º); Direito IV (Art. 14)	-	3.6 10.7 11.2
Desenvolvimento Econômico e Uso do Solo	Diretrizes IV, VI, VII, XIV (Art. 2º);	Princípio III e VI (Art. 3º); Objetivos IV, V, XI (Art. 4º); Diretriz III (Art. 5º)	Princípio II (Art. 5º); Diretriz I, VI (Art. 6º)	Princípio II (Art. 2º)	8.1 8.3 9.1 9.2 17.11 17.19
Qualidade do ar	-	-	-	Princípio II (Art. 2º)	3.9 11.6 12.4
Mudanças Climáticas	-	-	-	-	9.1 11.b 13.1 13.2 13.b
Recursos Hídricos	Diretriz XVIII (Art. 2º);	-	-	Princípio II (Art. 2º)	3.9 6.3 6.6 11.5 12.4 15.1
Ecossistema, Habitat e Biodiversidade	-	-	-	Princípio IV (Art. 2º)	6.6 15.1 15.2 15.5
Equidade	Diretriz IX (Art. 2º);	-	Princípios III, VII e VIII (Art. 5º); Objetivo I (Art. 7º)	-	5.5 5.c 9.1 10.1 11.1
Qualidade de Vida	Diretrizes VI, XII, XIX (Art. 2º);	Princípio IV e VII (Art. 3º); Objetivo XI (Art. 4º); Diretriz XVIII (Art. 5º)	Princípio II (Art. 5º); Diretriz IV (Art. 6º) Objetivo IV (Art. 7º);	Princípio V (Art. 2º)	3.9 11.4 11.6 11.a

Os fatores selecionados estão resumidamente descritos a seguir:

- **FA-01: Mobilidade e Eficiência do Sistema** - mede a capacidade do sistema de transporte de facilitar o deslocamento eficiente de pessoas e bens até os destinos desejados, pelos diferentes modos de transporte. É preciso compreender os gargalos existentes nos sistemas de transportes, como os congestionamentos recorrentes, o tempo de viagem perdido e o volume de tráfego em relação à capacidade das vias.
- **FA-02: Acessibilidade** - refere-se à capacidade do sistema de transporte de conectar as pessoas aos destinos desejados por meio da análise espacial da população residencial, dos centros de emprego e de outras oportunidades de serviço ou recreação. Acessibilidade reflete a conveniência relativa do percurso como uma opção, podendo ser medida em termos de distância e tempo de viagem, enfatizando a disponibilidade de percursos onde as pessoas moram, trabalham e se conectam com os locais essenciais. Ao contrário da mobilidade, a acessibilidade considera o uso do solo e outros fatores de acessibilidade.
- **FA-03: Segurança** - representa a capacidade de os usuários do sistema chegarem ao seu destino com segurança. Os indicadores dessa categoria têm como objetivo medir a qualidade do serviço de transporte em termos de acidentes ou incidentes que são prejudiciais às pessoas, ao meio ambiente e aos bens. Como resultado, pode-se contribuir para identificar locais que necessitam de melhorias no sistema de transporte, observar os efeitos dessas melhorias e justificar investimentos adicionais para melhorar o nível de segurança.
- **FA-04: Desenvolvimento Urbano e Uso do Solo** – os efeitos sobre o uso do solo possuem estreita relação com os efeitos sobre os transportes e a circulação viária, os quais permitem analisar o quanto investimentos em transporte podem modificar as relações de acessibilidade com seu entorno e entre sub-regiões da uma região metropolitana, alterando vantagens locais para instalação de atividades econômicas e domicílios. Neste sentido, este fator analisa as alterações do uso do solo urbano (por exemplo residencial, comercial, industrial) e os benefícios econômicos mais amplos que podem advir como resultado de investimentos em transporte, principalmente em função das melhorias na cadeia de suprimentos, benefícios de acessibilidade e impactos macroeconômicos mais gerais, como produção econômica regional e geração de emprego.
- **FA-05: Qualidade do Ar** - visa garantir que as decisões de transporte sejam consistentes com as metas de qualidade do ar para uma região. Os requisitos atuais incluem o processo de conformidade de transporte, que exige que os projetos dentro de programas de melhoria de transporte não excedam os padrões de qualidade do ar. Nas regiões metropolitanas o problema da poluição do ar tem-se constituído numa das mais graves ameaças à qualidade de vida de seus habitantes. Em geral, os veículos automotores estão dentre os maiores responsáveis pela

emissão de gases poluentes na atmosfera de áreas urbanas, os quais têm relação de direta com o tipo e consumo de combustíveis. Portanto, melhorar a qualidade do ar é um aspecto significativo de promover assentamentos urbanos sustentáveis.

- **FA-06: Mudanças Climáticas** - aborda os impactos das emissões de transporte no clima, quanto os possíveis impactos da mudança climática na infraestrutura de transporte, em função de eventos climáticos extremos. Ao mesmo tempo em que o setor de transporte é um dos principais responsáveis pelas emissões de gases de efeito estufa (GEE), por outro, os impactos das mudanças climáticas, como aumento da temperatura, aumento do nível do mar e eventos climáticos mais extremos, podem ter um impacto significativo na infraestrutura de transporte.
- **FA-07: Recursos Hídricos** – enfatiza a relação do sistema de transporte com os mananciais de abastecimento de água, considerando dois aspectos: os efeitos sobre a quantidade de água e os efeitos sobre a qualidade da água. Sistemas de transporte podem afetar a produtividade hídrica das bacias ou interferir com o sistema de abastecimento. Com relação à qualidade da água, durante a construção pode haver riscos de carreamento de solos e de eventuais derrames de produtos químicos, enquanto durante a operação, pode haver eventuais acidentes no transporte de produtos perigosos ou contribuições de cargas difusas. Por outro lado, existem ações que podem ajudar a proteger os recursos hídricos e os ecossistemas que dependem deles, melhorando a condição preexistente ou prevenindo ameaças futuras, como remoção de ocupação irregular, implantação de Parques e preservação da capacidade de autodepuração de sua várzea.
- **FA-08: Ecossistema, Habitat e Biodiversidade** – avalia os impactos sobre a biodiversidade, uma vez que a implantação de infraestruturas de transporte geralmente exige a supressão de vegetação e podem interferir em Unidades de Conservação, que acarreta na perda direta de habitat e provoca a fragmentação e isolamento de habitats existentes, criando obstáculos que limitam a migração e causam colisões com animais, resultando em mortandade da vida selvagem e preocupações de segurança para o usuário.
- **FA-09: Equidade** – diz respeito à distribuição do acesso às instalações (por exemplo, postos de trabalho e lazer), benefícios de decisões de investimento, e a exposição às externalidades negativas geradas pelo transporte. Para tanto, foca-se nos impactos dos vários fatores discutidos anteriormente nos grupos tradicionalmente desfavorecidos, como forma de comparar a diferença entre as condições de mobilidade, acessibilidade, custo de transporte, poluição, etc. proporcionadas aos grupos demográficos de baixa renda, de mobilidade reduzida, idosos, mulheres, entre outros.
- **FA-10: Qualidade de Vida** – sistemas de transporte podem afetar, positivamente ou negativamente, a qualidade de vida da população em uma variedade de maneiras. É difícil equilibrar os benefícios para os usuários e os efeitos sobre os

moradores da comunidade, uma vez que os impactos podem ser positivos e negativos sobre as características físicas e sociais de uma comunidade local. Nesse sentido, este fator propõe-se a avaliar os impactos, no geral negativos, que podem afetar a qualidade de vida das comunidades locais, incluindo questões de segregação urbana, ruído, qualidade visual e riscos socioambientais.

4.2.2 Objetivos de Transporte Sustentável (OTS)

Para cada *fator de avaliação*, foi estabelecido um objetivo específico, denominado neste trabalho como *Objetivos de Transporte Sustentável (OTS)*. Conforme informado anteriormente, esses objetivos expressam, de modo geral, onde se pretende chegar. Os Fatores de Avaliação associados aos Objetivos de Transporte Sustentável (OTS) definidos na estrutura de avaliação estão apresentados no quadro a seguir.

Quadro 16 - Fatores de avaliação associados aos OTS.

Fatores de Avaliação	Código	Objetivos de Transporte Sustentável (OTS)
Mobilidade e Eficiência do Sistema	OTS 1	Manter e melhorar a capacidade dos bens e das pessoas de se deslocarem pelo sistema de transporte e pelas vias urbanas, com o mínimo de atraso
Acessibilidade	OTS 2	Fornecer sistemas de transporte que maximizem a acessibilidade para todas as comunidades
Segurança	OTS 3	Fornecer um sistema de transporte seguro para os usuários e o público em geral
Desenvolvimento Urbano e Uso do Solo	OTS 4	Garantir que o sistema de transporte apoie o desenvolvimento socioeconômico integrado ao planejamento do uso do solo
Qualidade do Ar	OTS 5	Melhorar a qualidade do ar de zonas saturadas, reduzindo a exposição da população a níveis de poluição que excedem os limites seguros
Mudanças Climáticas	OTS 6	Mitigar as mudanças climáticas e os seus impactos sobre o transporte e a comunidade
Recursos Hídricos	OTS 7	Proteger os recursos hídricos e os ecossistemas que dependem deles, melhorando a qualidade da água e minimizando os impactos na produtividade hídrica das bacias hidrográficas
Ecossistema, Habitat e Biodiversidade	OTS 8	Proteger e melhorar os sistemas ambientais e ecológicos no desenvolvimento e operação de sistemas de transporte
Equidade	OTS 9	Fornecer um sistema de transporte que maximize ou mantenha a equidade entre grupos e setores da sociedade.
Qualidade de Vida	OTS 10	Melhorar a qualidade de vida resultante de todas as comunidades afetadas pelo projeto e mitigar os impactos negativos sobre as mesmas

4.2.3 Metas Conceituais

As metas conceituais foram desenvolvidas a partir da interpretação da revisão bibliográfica realizada pelo autor, do estudo de caso e dos critérios estabelecidos pelas ferramentas de avaliação de sustentabilidade das agências de transporte, os quais foram fundamentados por equipes multidisciplinares especialistas em planejamento de transporte, acadêmicos e consultores.

As metas conceituais foram definidas como forma de estabelecer os caminhos para alcançar os OTS. As metas foram elaboradas de forma genérica para permitir a adaptação e inclusão de quantidades e prazos de referência pelos usuários da estrutura de avaliação, de acordo com o interesse do usuário.

Os OTS e as metas correspondentes estão apresentadas no quadro a seguir.

Quadro 17 - Metas conceituais correspondentes aos OTS.

OTS-01: Mobilidade e Eficiência do Sistema - Manter e melhorar a capacidade dos bens e das pessoas de se deslocarem pelo sistema de transporte e pelas vias urbanas, com o mínimo de atraso		
METAS		
MOB-01: Reduzir o congestionamento recorrente	MOB-02: Melhorar o tempo de viagem	MOB-03: Reduzir o volume de tráfego, diversificando o sistema de transporte
OTS-02: Acessibilidade - Fornecer sistemas de transporte que maximizem a acessibilidade para todas as comunidades		
METAS		
AC-01: Proporcionar às empresas melhoria de acesso aos recursos do mercado	AC-02: Proporcionar aos moradores melhoria de acesso a centros regionais	AC-03: Melhorar a acessibilidade aos diferentes modos de transporte urbano, como alternativa ao uso do automóvel
OTS-03: Segurança - Fornecer um sistema de transporte seguro para os usuários e o público em geral		
METAS		
SEG-01: Reduzir a quantidade de acidentes de trânsito	SEG-02: Fornecer uma infraestrutura rodoviária segura	SEG-03: Melhorar a resposta a incidentes de trânsito
OTS-04: Desenvolvimento Econômico e Uso do Solo - Garantir que o sistema de transporte apoie o desenvolvimento socioeconômico integrado ao planejamento do uso do solo		
METAS		
US-01: Promover e induzir um crescimento urbano ordenado, misto e compacto	US-02: Integrar os sistemas de transporte com os planos de uso do solo	US-03: Minimizar o consumo da terra para as instalações de infraestrutura de transporte

OTS-05: Qualidade do Ar - Melhorar a qualidade do ar de zonas saturadas, reduzindo a exposição da população a níveis de poluição que excedem os limites seguros			
METAS			
QA-01: Reduzir emissões de poluentes atmosféricos relacionados ao transporte	QA-02: Cumprir os padrões normativos de qualidade do ar	QA-03: Evitar ou reduzir a exposição da população aos poluentes atmosféricos de origem móvel	
OTS-06: Mudanças Climáticas - Mitigar as mudanças climáticas e os seus impactos sobre o transporte e a comunidade			
METAS			
MC-01: Reduzir as emissões de gases de efeito estufa (GEE) de fontes de transporte		MC-02: Evitar riscos e vulnerabilidades às ameaças climáticas	
OTS-07: Recursos Hídricos - Proteger os recursos hídricos e os ecossistemas que dependem deles, melhorando a qualidade da água e minimizando os impactos na produtividade hídrica das bacias hidrográficas			
METAS			
RH-01: Proteger os mananciais de abastecimento de água	RH-02: Garantir a consistência do planejamento de transporte com os planos de bacias hidrográficas	RH-03: Garantir o cumprimento do padrão normativo de qualidade da água	RH-04: Manter ou melhorar a qualidade da água
OTS-08: Ecossistema, Habitat e Biodiversidade - Manter ou melhorar as funções ecológicas de ecossistemas e de áreas de habitats			
METAS			
EHB-01: Proteger os fragmentos de vegetação nativa e demais habitats essenciais para a sobrevivência de espécies selvagens	EHB-02: Evitar interferências em áreas ambientalmente protegidas	EHB-03: Preservar as zonas úmidas de alta qualidade	EHB-04: Conservar a fauna nativa
OTS-09: Equidade - Fornecer um sistema de transporte que maximize ou mantenha a equidade entre grupos e setores da sociedade			
METAS			
EQ-01: Melhorar a equidade de acessos e mobilidade	EQ-02: Reduzir os custos de transporte para comunidades de baixa renda	EQ-03: Distribuir as externalidades de forma equitativa	
OTS-10: Qualidade de Vida - Melhorar a qualidade de vida resultante de todas as comunidades afetadas pelo projeto e mitigar os impactos negativos sobre as mesmas			
METAS			
QV-01: Minimizar o ruído gerado na operação do projeto	QV-02: Minimizar a Poluição Visual	QV-03: Evitar ou minimizar a segregação urbana	QV-04: Minimizar o risco ambiental e à saúde e segurança humana

Em que pese todos os objetivos e metas estarem alinhados aos princípios da sustentabilidade, muitas vezes, na prática, pode haver conflitos entre eles na tomada de decisão. Assim, para uma decisão sobre se determinada proposta ou iniciativa é ou não aceitável dentro de um contexto de sustentabilidade, é preciso equilibrar os conflitos entre eles. Para tanto, são apresentadas diversas ferramentas de avaliação neste trabalho que permite ao tomador de decisão ponderar o grau de importância entre as metas concorrentes. Nesses casos, destaca-se o uso das ferramentas de análises multicriteriais, por adotar ponderação entre os diferentes critérios, ajudando a escolher a alternativa que melhor se enquadra ao contexto.

4.2.4 Indicadores de Sustentabilidade Selecionados

Dentro dos *fatores de avaliação* estabelecidos, foram selecionados os indicadores julgados mais importantes a partir da revisão da literatura e com base nas práticas de avaliação adotadas no caso estudado. Vale ressaltar que, apesar de os indicadores serem originados a partir dos *fatores de avaliação* específicos, os resultados estão frequentemente correlacionados; logo, em muitos casos, os indicadores poderiam estar inseridos em mais de um fator.

Dentre aqueles mapeados, foram selecionados apenas os indicadores que mensurassem as *metas conceituais*, contribuindo para que os resultados de sua aplicação sejam utilizados pelas agências de transporte visando acompanhar seu progresso em direção às metas estabelecidas.

Os quadros a seguir mostram as metas e os indicadores desenvolvidos neste projeto, por fator de avaliação, sendo que cada indicador teve a confecção de uma ficha de avaliação específica.

FA-01: MOBILIDADE E EFICIÊNCIA DO SISTEMA		
MOB-01: Reduzir o congestionamento recorrente		
Indicador	Descrição	Relevância
MOB-1.1. Alteração no Nível de Serviço (LOS)	Grau de letra qualitativa das condições operacionais da rodovia de A (deslocamento sem restrição) a F (congestionamento grave)	Permite classificar, qualitativamente, as condições operacionais dentro de um fluxo de tráfego e as percepções dos motoristas sobre essas condições.
MOB-1.2. Mudança na relação volume / capacidade (V / C)	Número real de veículos que usam um segmento de rodovia em relação ao número de veículos para os quais ele foi projetado para lidar por um período de tempo fixo	Permite compreender o comportamento do sistema viário, a fim de se prever os efeitos causados por modificações nas características da demanda e/ou da oferta do sistema de transportes.

MOB-02: Melhorar o tempo de viagem		
Indicador	Descrição	Relevância
MOB-2.1. Atraso recorrente	Diferença entre o tempo de viagem real exigido pelo motorista para atravessar um segmento de estrada e o tempo com fluxo irrestrito	Avalia o tempo perdido pelo motorista ou pela carga em função da baixa eficiência no sistema de transporte.
MOB-2.2. Tempo de viagem	Tempo necessário para percorrer um ou mais segmentos da estrada.	É um elemento primordial no cálculo de outras medidas de desempenho de transporte.
MOB-2.3. Alteração no Índice de Tempo de Viagem	Relação entre o tempo de uma viagem real no período de pico e o tempo de viagem de fluxo livre ou desejado para aquela viagem.	Avalia o nível de viagem focado no período de pico de viagem, permitindo a comparação entre alternativas de projeto.

FA-02: ACESSIBILIDADE		
AC-01: Proporcionar às empresas melhoria de acesso aos recursos do mercado		
Indicador	Descrição	Relevância
AC-01.1. Acessibilidade da força de trabalho	Número de moradores ao alcance dos empregadores da região	Permite avaliar se o sistema de transporte tem contribuído para que as empresas tenham acesso à força de trabalho.
AC-01.2. Acessibilidade de mercado	Tempo médio de viagem aos centros de mercado	Avalia os resultados de melhoria de acessibilidade aos centros de mercado a partir do tempo médio de viagem.
AC-02: Proporcionar aos moradores melhoria de acesso a centros regionais		
Indicador	Descrição	Relevância
AC-02.1. Acessibilidade a emprego	Quantidade de empregos dentro de um tempo de viagem razoável para a população de uma região	Permite avaliar a capacidade de conectar as pessoas aos seus empregos, com tempo de viagem razoável.
AC-02.2. Acessibilidade a destinos essenciais	Tempo ou distância média de viagem para os destinos essenciais da região	Permite avaliar a melhoria da acessibilidade aos destinos essenciais, como escolas, serviços de saúde, áreas recreacionais, etc.

FA-03: SEGURANÇA		
SEG-01: Reduzir a quantidade de acidentes de trânsito		
Indicador	Descrição	Relevância
SEG-01.1. Acidentes de Trânsito	Ocorrências de acidentes de trânsito	Avalia a alteração no número de acidentes de trânsito ou em uma interseção específica, como resultado de investimento em novas infraestruturas de transporte.
SEG-02: Fornecer uma infraestrutura rodoviária segura		
Indicador	Descrição	Relevância
SEG-02.1. Condição de Segurança Viária	Identifica trechos rodoviários com maior probabilidade de ocorrência de acidentes	A identificação de locais com maior probabilidade de acidentes oferece subsídios para identificar locais que necessitam de medidas preventivas e que provocam atrasos não recorrentes.

SEG-03: Melhorar a resposta a incidentes de trânsito		
Indicador	Descrição	Relevância
SEG-03.1. Resposta a incidentes de trânsito	Tempo médio para atender aos incidentes de trânsito	A duração média de resposta a incidentes é geralmente estimada para um corredor ou região. O cálculo da duração do incidente baseia-se no tempo entre a notificação do incidente e a realização das atividades de resposta.

FA-04: DESENVOLVIMENTO URBANO E USO DO SOLO		
US-01: Promover e induzir um crescimento urbano ordenado, misto e compacto		
Indicador	Descrição	Relevância
US-01.1. Expansão urbana	Área de expansão urbana potencialmente induzido por uma nova infraestrutura de transporte.	Permite quantificar o espraiamento urbano, em especial a urbanização irregular e desordenada.
US-02: Integrar os sistemas de transporte com os planos de uso do solo		
Indicador	Descrição	Relevância
US-02.1. Integração com planos de uso do solo	Consistência das políticas de transporte terrestre regionais com planos locais e/ou regionais de uso do solo.	Contribui para avaliar a consistência do projeto com planos e políticas locais e / ou regionais de uso do solo – por exemplo, se o projeto atende uma área designada de crescimento ou de alteração de uso consistente com os planos local e / ou regionais.
US-03: Minimizar o consumo da terra para as instalações de infraestrutura de transporte		
Indicador	Descrição	Relevância
US-03.1. Consumo de terras para infraestrutura de transporte	Quantifica o consumo de terra necessário para implantação de infraestrutura de transporte, ou seja, a "pegada" do empreendimento.	Permite medir a área física para a instalação e sua faixa de domínio, e pode incluir quaisquer parcelas adicionais ou porções de parcelas que não serão mais utilizáveis após a obra (por exemplo, acesso desativado ou outras formas que não são edificáveis).

FA-05: QUALIDADE DO AR		
QA-01: Reduzir emissões de poluentes atmosféricos relacionados ao transporte		
Indicador	Descrição	Relevância
QA-01.1. Emissões de poluentes atmosféricos	Quantifica as contribuições de emissões atmosféricas de projetos rodoviários	Permite analisar se os projetos contribuem para violações, aumento da frequência ou severidade da poluição do ar.
QA-02: Cumprir os padrões normativos de qualidade do ar		
Indicador	Descrição	Relevância
QA-02.1. Conformidade com os padrões de qualidade do ar	Quantifica as contribuições de emissões atmosféricas de projetos rodoviários	Permite comparar as emissões relacionadas ao transporte rodoviário na região com o padrão normativo.

QA-03: Evitar ou reduzir a exposição da população aos poluentes atmosféricos de origem móvel		
Indicador	Descrição	Relevância
QA-03.1. População expostas a poluição do ar	Populações vulneráveis potencialmente afetadas pelos poluentes do ar de origem móvel	Permite identificar os números e os tipos de população vulneráveis aos efeitos da poluição do ar (por exemplo, unidades habitacionais, escolas, hospitais, etc.), calculando a mudança nos tipos e números de receptores sensíveis potencialmente impactados por um projeto de transporte.

FA-06: MUDANÇAS CLIMÁTICAS		
MC-01: Reduzir as emissões de gases de efeito estufa (GEE) de fontes de transporte		
Indicador	Descrição	Relevância
MC-01.1. Emissões de GEE	Quantidade total de poluentes relacionados a transporte que causam a mudança climática global.	Permite quantificar a variação esperada nas emissões de GEE como resultado de investimentos em sistema de transporte.
MC-02: Evitar riscos e vulnerabilidades às ameaças climáticas		
Indicador	Descrição	Relevância
MC-02.1. Vulnerabilidade às mudanças climáticas	Analisa o nível de vulnerabilidade da infraestrutura de transporte a danos causados por riscos ambientais associados à mudança climática global	Permite avaliar a necessidade de adaptação da infraestrutura planejada e a compatibilidade com os planos regionais.

FA-07: RECURSOS HÍDRICOS		
RH-01: Proteger os mananciais de abastecimento de água		
Indicador	Descrição	Relevância
RH-01.1. Interferência com área de proteção a mananciais	Impacto na qualidade e na quantidade de água no sistema de produção de água de abastecimento.	Permite avaliar os efeitos da implantação de uma infraestrutura de transporte em áreas de proteção de mananciais.
RH-02: Garantir a consistência do planejamento de transporte com os planos de bacias hidrográficas		
Indicador	Descrição	Relevância
RH-02.1. Consistência com os Planos de Bacias Hidrográficas	Consistência das políticas de transporte terrestre com os planos de bacia hidrográfica.	Permite avaliar a compatibilidade de alternativas de projeto com os objetivos dos planos de bacia hidrográfica.

RH-03: Garantir o cumprimento do padrão normativo de qualidade da água		
Indicador	Descrição	Relevância
RH-03.1. Conformidade dos padrões de qualidade da água	Concentração de poluentes contribuintes da construção ou operação de um sistema de transporte.	Permite avaliar se o carreamento de solos, os eventuais derrames de produtos químicos ou as contribuições de cargas difusas de uma infraestrutura, podem alterar a qualidade da água acima dos parâmetros estabelecidos pela legislação.
RH-03.2. Cargas difusas provenientes do escoamento superficial de rodovia	Alteração na qualidade da água devido à carga de poluente proveniente do escoamento superficial sobre o pavimento da rodovia	Estima o impacto na qualidade da água devido ao transporte de contaminantes presentes sobre as superfícies e que são carregados pela água da chuva. Esses contaminantes são originados dos veículos e da própria infraestrutura.

FA-08: ECOSISTEMA, HABITAT E BIODIVERSIDADE		
EHB-01: Proteger os fragmentos de vegetação nativa e demais habitats essenciais para a sobrevivência de espécies selvagens		
Indicador	Descrição	Relevância
EHB-01.1. Supressão de vegetação nativa	Impacto da construção do transporte na qualidade e quantidade de fragmentos de vegetação nativa.	Permite avaliar a degradação da qualidade e quantidade de terra essencial para a sobrevivência de espécies-alvo de plantas ou animais, decorrente da perda direta, da fragmentação ou isolamento de habitats.
EHB-02: Evitar interferências em áreas ambientalmente protegidas		
Indicador	Descrição	Relevância
EHB-02.1. Interferência com áreas ambientalmente protegidas	Impacto em áreas protegidas pela legislação ambiental.	Contribui para quantificar o impacto direto da construção e indireto durante a operação em áreas protegidas pela legislação ambiental, como APP e UC.
EHB-03: Preservar as zonas úmidas de alta qualidade		
Indicador	Descrição	Relevância
EHB-03.1. Relação de zonas úmidas afetadas e criadas	Impacto da construção de infraestrutura de transportes na quantidade de áreas úmidas em comparação com as novas zonas úmidas criadas ou recuperadas	Contribui para as agências adotarem uma perspectiva ecossistêmica e abrangente para evitar, minimizar ou mitigar os impactos do projeto em zonas úmidas, as quais são responsáveis por importantes funções biológicas ou hidrológicas.
EHB-03.2. Consistência com planos de zonas úmidas	Consistência entre planos de zonas úmidas e planos de transporte	Para as regiões que possuem planos de conservação e manejo de áreas úmidas, esta medida avalia o grau em que os planos de projeto de transporte são consistentes com o planejamento para conservação de zonas úmidas da região e o grau de coordenação com instituições responsáveis e demais partes interessadas.

EHB-04: Conservar a fauna nativa		
Indicador	Descrição	Relevância
EHB-04.1. Atropelamento de fauna silvestre	Impacto dos projetos de transporte no número e características das colisões entre animais e veículos	Ajuda a identificar pontos de travessia com risco de atropelamento de fauna nativa, subsidiando medidas de prevenção e mitigação. Essa medida fornece um perfil específico da espécie para a quantidade e distribuição espacial e temporal das colisões.

FA-09: EQUIDADE		
EQ-01: Melhorar a equidade de acessos e mobilidade		
Indicador	Descrição	Relevância
EQ-01.1. Equidade no transporte	Distribuição justa dos benefícios de investimento em transporte	Permite avaliar se o investimento em uma ampliação de infraestrutura de transporte irá distribuir, de maneira justa, os benefícios de transporte entre os diversos grupos.
EQ-02: Reduzir os custos de transporte para comunidades de baixa renda		
Indicador	Descrição	Relevância
EQ-02.1. Capacidade de pagamento	Capacidade de pagamento pelo transporte de grupos desfavorecidos.	Permite avaliar a quantidade de pessoas de baixa renda em termos de transporte que se beneficiam de uma melhoria da acessibilidade devido a programas ou projetos de transportes
EQ-03: Distribuir as externalidades de forma equitativa		
Indicador	Descrição	Relevância
EQ-03.1. Justiça socioambiental	Distribuição dos impactos socioambientais	Permite avaliar a distribuição relativa dos benefícios e custos do projeto na população afetada, com ênfase nos grupos desfavorecidos.

FA-10: QUALIDADE DE VIDA		
QV-01: Minimizar o ruído gerado na operação do projeto		
Indicador	Descrição	Relevância
QV-01.1. Alteração dos níveis de ruído	Alteração no nível de ruído nas proximidades do projeto ao longo da operação da rodovia	Permite avaliar o impacto sonoro na população lindeira ao longo da operação do projeto rodoviário, cujo impacto pode afetar a saúde das pessoas
QV-02: Minimizar a Poluição Visual		
Indicador	Descrição	Relevância
QV-02.1. Qualidade Visual	Alteração nas características visuais que definem a identidade da comunidade	Elementos visuais ou estéticos que representam a identidade da comunidade podem ser significativamente afetados por novos projetos de transporte. Assim, esse indicador contribui para medir o impacto da intrusão visual de uma nova infraestrutura de transporte.

QV-03: Evitar ou minimizar a segregação urbana		
Indicador	Descrição	Relevância
QV-03.1. Coesão Comunitária	Mudança nas conexões físicas em nível de vizinhança que unem moradores e empresas	A segregação urbana prejudica as conexões físicas de vizinhança que unem moradores e empresas, afetando a coesão geral da comunidade. Portanto, esse indicador auxilia na mensuração do impacto de um projeto nas conexões de vizinhança, que pode ser medida pelo número de residências e empresas a serem realocadas; mudança prevista em viagens a pé; mudança nos tempos de viagem entre os pontos vizinhos da comunidade; e principais percursos cortados ou reconectados como resultado de um projeto.
QV-04: Minimizar o risco ambiental e à saúde e segurança humana		
Indicador	Descrição	Relevância
QV-04.1. Riscos e emergências socioambientais	Análise e gerenciamento de riscos e o atendimento a emergências socioambientais	A implantação de infraestrutura e a operação da rodovia oferecem diversos riscos de danos ambientais e à saúde humana. Nesse sentido, o indicador contribui para quantificação de elementos essenciais para a adequada gestão dos riscos.

Para cada indicador, foi elaborado uma *ficha de avaliação* contendo informações que auxiliam na sua operacionalização, com destaque à disponibilização de medidas de desempenho, que fornecem exemplos de como o desempenho do indicador pode ser quantificado e avaliado. As fichas de avaliação constam no **Apêndice D**.

Ao todo, foram elaboradas 36 fichas de avaliação e, portanto, 36 indicadores foram propostos para avaliação da sustentabilidade urbana na fase de planejamento de uma infraestrutura rodoviária, contando com diversas medidas de desempenho sugeridas para a quantificação do indicador, observando as diversas fases de planejamento.

4.3 ORIENTAÇÕES GERAIS PARA APLICAÇÃO DA ESTRUTURA CONCEITUAL

Este item descreve os fatores a serem considerados ao selecionar indicadores, identifica possíveis técnicas e oportunidades gerais para quantificação de indicadores e discute os principais desafios para aplicação em agências de transporte.

4.3.1 Possibilidades de Uso

Litman (2003) e CST (2001) afirmam que a sustentabilidade é geralmente avaliada usando um conjunto de indicadores mensuráveis para indicar tendências, comparar áreas e atividades, avaliar determinadas políticas e opções de planejamento e definir metas de desempenho. Ao permitir a comparação das condições atuais com cenários futuros, o uso de um conjunto abrangente e integrado de indicadores torna-se uma ferramenta com valor prático, possibilitando estabelecer linhas de base, prever problemas, avaliar alternativas, selecionar projetos e avaliar uma determinada organização.

É nesse sentido que os sistemas de indicadores têm se demonstrado como ferramentas importantes para auxiliar tomadas de decisão e medir o progresso rumo à sustentabilidade no transporte, uma vez que são adequados para quantificação (medição), ajudando a determinar como decisões individuais de curto prazo afetam objetivos estratégicos de médio e longo prazo. Complementarmente, contribui para demonstrar transparência às partes interessadas, com ações de comunicação interna e externa.

Os indicadores possuem múltiplas finalidades. Segundo Ramani et al. (2011) e Zietsman & Ramani (2011), os indicadores podem ser usados como:

- **Descrição:** Ajuda a descrever o efeito do seu programa ou política e compreender os aspectos da agência de negócios ou ações em termos de *status* e tendências atuais.
- **Avaliação:** Podem ser usadas para avaliar seu progresso e diagnosticar quais problemas ou barreiras você está enfrentando que precisam ser abordados. Introduce um juízo de valor em relação ao desempenho atual e tendências, envolvendo o uso de metas, valores de referência ou tendências.
- **Prestação de contas:** Elas podem ser usadas para identificar o desempenho para o qual uma determinada agência é responsável, especificamente um baixo desempenho em uma área-chave que precisa ser melhorado para se atender a um nível desejado.
- **Apoio à decisão:** Eles podem ajudar a avaliar, comparar, priorizar e selecionar entre alternativas e opções com resultados mais sustentáveis. Algumas aplicações

determinam se deve ou não prosseguir com a ação proposta ou para seleção de alternativas. Outras aplicações podem comparar o desempenho de uma meta para auxiliar decisões de continuar ou modificar um programa, prática ou projeto.

- **Comunicação:** Podem ser usadas para comunicar às partes interessadas internas e externas o que seu programa ou política está alcançando, por meio de índices, números, tabelas, gráficos, pontuação e outras ferramentas de visualização, tais como painéis de controle. Mais frequentemente métodos utilizados mostrar condições, comparações, tendências e aderência aos objetivos, metas e alvos.

A avaliação pode ser vista como uma extensão da descrição; da mesma forma, a prestação de contas ou de apoio à decisão decorre da prática de avaliação. A Comunicação, por outro lado, é mais uma aplicação global que está implícito no uso de todas as outras aplicações, mas também é uma aplicação específica. Em que pese as diversas aplicações específicas, em geral são amplamente utilizadas para auxiliar nas tomadas de decisões.

Figura 16 - Relação entre os tipos de aplicação.

Fonte: Traduzido de Ramani et al. (2011)

Mitchell et al. (1995, apud MARSDEN et al., 2005) afirmam que os indicadores são necessários para dar sentido a "sistemas complexos" em que vivemos. Em particular, eles identificam quatro razões principais para usar indicadores, que são:

- Permitem a síntese de massas de dados;
- Mostram a posição atual em relação aos estados desejáveis;
- Demonstram progresso em direção a metas e objetivos;
- Comunicam o *status* atual às partes interessadas, para que possam ser tomadas decisões de gerenciamento eficazes que levem às metas estabelecidas.

De qualquer maneira, apesar das principais aplicações das medidas de desempenho encontradas na literatura estarem listadas anteriormente, cabe ao interessado definir o melhor uso que atende às suas necessidades/finalidades. “O tipo de aplicação muitas vezes determina o tipo de medidas de desempenho a ser selecionado” (ZIETSMAN & RAMANI, 2011). Uma vez definidos os objetivos organizacionais, os indicadores de desempenho são fundamentais para quantificar o desempenho de uma organização em relação a esses objetivos.

4.3.2 Selecionando os Indicadores

Indicadores são variáveis selecionadas e definidas para medir o progresso em direção a um objetivo, e devem ser capazes de refletir uma visão holística da sustentabilidade, ao invés de ficarem limitados a algumas áreas específicas. Portanto, os indicadores devem ser cuidadosamente selecionados para refletir os diversos impactos e perspectivas, sendo necessário, ao mesmo tempo, a viabilidade na coleta e análise. É importante que os usuários e analíticos de indicadores compreendam as suas perspectivas, premissas e limitações (LITMAN, 2008).

Embora o presente trabalho tenha proposto um conjunto de indicadores, a escolha exata dos indicadores para aplicação dependerá das prioridades, da negociação com as partes interessadas e do custo da obtenção dos dados. Os custos de coleta de dados e a facilidade de uso devem ser considerados ao selecionar os indicadores. No entanto, os indicadores não devem ser selecionados com base apenas na disponibilidade de dados, ou alguns objetivos importantes podem ser negligenciados e subestimados.

Vale ressaltar que a seleção de indicadores e medidas de desempenho em conjunto com as partes interessadas é um grande passo para tomar a decisão com maior aceitação pública, reduzindo o atraso na viabilização e entrega do empreendimento.

Os indicadores podem ser quantitativos ou qualitativos, e podem medir a realidade em termos absolutos ou relativos. Os indicadores quantitativos referem-se à informação medida numericamente, enquanto os qualitativos referem-se a outros tipos de informação, usualmente apresentados utilizando classificação com letras ou numeradas.

Muitos impactos são melhor avaliados usando indicadores relativos, como indicação de tendências ao longo do tempo, comparações entre diferentes grupos ou jurisdições, ou unidades como *per capita* ou por veículo. É recomendável que os indicadores sejam calculados de forma relativa e não em valores absolutos, a fim de possibilitar a avaliação entre diferentes cenários e localidades.

Litman (2008) alerta que os indicadores quantitativos, por serem considerados mais objetivos e fáceis de analisar, faz com que os impactos mais fáceis de mensurar tendam a ser mais valorizados, descartando-se aqueles considerados como “intangíveis”; o que não significa que sejam mais importantes. Por exemplo, as velocidades de tráfego

de veículos são fáceis de medir, mas a capacidade de locomoção e a equidade, que são mais difíceis de quantificar, recebem menos consideração, sem justificativa de importância.

De acordo com Ramani et al. (2009), a seleção de medidas de desempenho adequadas é uma tarefa muito importante e deve se basear no tipo de análise (planejamento, operacional ou estratégica), nível de análise (projeto, rede ou regional) e a finalidade específica para a qual a medida deve ser usada (desempenho do sistema, seleção de projetos ou avaliação de impacto).

De toda maneira, a seleção de indicadores e medidas de desempenho apropriados é uma etapa de extrema importância, pois determinam os esforços para mensuração e seus resultados influenciam os tomadores de decisão, sendo que uma seleção equivocada pode levar a gastos excessivos de recursos e decisões equivocadas.

Assim, a estrutura proposta neste trabalho auxilia na sistemática para selecionar um subconjunto de indicadores, mediante prévia discussão conjunta com as partes interessadas, análise da viabilidade metodológica e relevância para o objeto de análise. Um modelo conceitual possível para utilização da estrutura é mostrado graficamente na figura abaixo.

Figura 17- Modelo conceitual de aplicação potencial da estrutura.

O **Quadro 18** apresenta um conjunto de atributos para orientar a seleção de bons indicadores / medida de desempenho.

Quadro 18 - Atributos de bons indicadores de transporte.

Atributos	Explicações
Abrangência	Os indicadores devem refletir vários impactos econômicos, sociais e ambientais e várias atividades de transporte (como transporte pessoal e de carga). Uma gama adequada de estatísticas deve ser coletada para permitir vários tipos de análise.
Relevância	Deve ser aplicável e compatível com as metas, objetivos, questões e estratégia da organização / projeto.
Comparável	A coleta de dados deve ser padronizada para que os resultados sejam adequados para comparação entre várias jurisdições, períodos e grupos.
Mensurável	Os dados precisam estar disponíveis e serem viáveis para coletar com a qualidade adequada, e as ferramentas precisam existir para realizar os cálculos necessários. Quando um indicador não é mensurável, ele deve ser rejeitado.
Qualidade de dados	Os métodos de coleta de dados devem refletir altos padrões para garantir que as informações sejam precisas e consistentes, baseando-se em informações de qualidade e origem conhecidas.
Compreensível	Os indicadores devem ser compreensíveis aos tomadores de decisão e ao público em geral. Deve ser de fácil entendimento, apresentando informações simples. Altos graus de agregação de informações podem reduzir a compreensão de um indicador e aumentar o risco de dupla contagem de elementos "ocultos" desse indicador.
Útil	Os indicadores devem ser úteis para os tomadores de decisão. A utilidade e o valor dos indicadores individuais podem variar em importância entre as fases do projeto, jurisdições e partes interessadas.
Acessível e transparente	Os indicadores (e os dados nos quais são baseados), bem como os detalhes da análise devem estar acessíveis para revisão de todas as partes interessadas.
Custo efetivo	O conjunto de indicadores deve ser econômico para ser coletado. O valor de decisão dos indicadores deve compensar o custo de coletá-los.
Efeitos líquidos	Os indicadores devem diferenciar entre impactos líquidos (totais) e mudanças de impactos em diferentes locais e períodos.
Nível de detalhe	O tipo de dados e a escala devem ser apropriados para apoiar a análise desejada. Os dados e os requisitos de escala podem mudar em estágios e medidas.
Sensível	Deve detectar um certo nível de mudança que ocorre no sistema de transporte.
Funcional	Deve ser adequado para estabelecer metas de desempenho utilizáveis.
Indicativo de tendências	Devem ser capazes de mostrar tendências ao longo do tempo e fornecer alertas antecipados sobre problemas e tendências irreversíveis.
Desagregação	Os dados dos indicadores podem precisar ser desagregados para apoiar tipos específicos de análise, como por atividade de viagem (modo, localização, período de tempo, tipo de veículo, finalidade da viagem), demografia (idade, classe de renda, habilidade física, grupo étnico) e área geográfica (particularmente por região urbana).
Unidades de Referência	Tratam-se de unidades de medida normalizadas para facilitar comparações, como por ano, <i>per capita</i> , por quilômetro, por viagem, por veículo-ano etc. A seleção de unidades de referência pode afetar como os problemas são definidos e as soluções priorizadas.
Metas de desempenho	As metas de desempenho são objetivos mensuráveis específicos a serem atingidos em um prazo estabelecido. Essas metas são úteis para motivar e avaliar o progresso em direção à sustentabilidade.

Fontes: Baseado em Zietsman (2000), Litman (2003, 2008, 2016), Costa (2003), Gudmundsson (2004), Marsden et al. (2005), Jeon (2007), SHRP 2 (2009), Ramani et al. (2009), Zietsman & Ramani (2011).

Mesmo na intenção de contemplar todos os atributos listados acima, a possibilidade de conciliar todos esses critérios é diminuta. Portanto, deve-se julgar os critérios que sejam considerados mais importantes pelos envolvidos no caso em particular, preferencialmente com o máximo de envolvimento das partes interessadas.

Ao selecionar indicadores, é importante ser realista, levando em consideração a disponibilidade, a clareza e a utilidade dos dados na tomada de decisões, bem como a habilidade e a viabilidade de coleta de dados pela organização interessada, evitando, sobretudo, que o conjunto de indicadores selecionados não resulte em interpretações equivocadas.

Corroborando com SHRP 2 (2009), os esforços na mensuração de indicadores devem se concentrar naqueles vitais, sem o uso de um número excessivo ou redundantes, pois pode sobrecarregar o usuário final e “ofuscar” informações importantes. Do ponto de vista operacional, recomenda-se restringir os indicadores a um número suficiente para julgamento, reduzido o bastante para não dificultar ou inviabilizar a aplicação. Portanto, utilizar um número excessivo de indicadores ou que não sejam relevantes para o contexto de aplicação seria um esforço desnecessário e sem benefícios esperados.

Alguns indicadores podem ser identificados por meio de processos *top-down* relativas aos princípios fundamentais da política brasileira. Outros são melhores desenvolvidos através de participação das partes interessadas, pois isso pode assegurar que os aspectos mais importantes sejam medidos e que os usuários finais compreenderão os resultados.

“As partes interessadas, especialmente aquelas responsáveis pelos resultados, devem estar envolvidas na decisão sobre o que medir, como medir e como transmitir os resultados” (SHRP 2, 2009). O envolvimento da comunidade afetada na definição dos indicadores é uma importante oportunidade de participação social e de apresentar resultados de desempenho mais transparente pelos seus responsáveis, em busca de constatar necessidade de melhorias.

De acordo com Philippi Jr., Malheiros e Aguiar (2005), o processo de elaboração dos indicadores deve ser participativo, envolvendo especialistas na área em diferentes setores da sociedade, possibilitando uma definição conjunta de objetivos e metas para a elaboração dos indicadores.

Para Oltean-Dumbrava et al. (2014, apud FURBEG, 2014) existem duas abordagens gerais para o desenvolvimento de estruturas de sustentabilidade para projetos de infraestrutura: a abordagem *top-down* e uma abordagem *bottom-up*. Na abordagem *top-down*, a estrutura de sustentabilidade e os critérios de sustentabilidade são definidos por especialistas, enquanto no *bottom-up* são feitas por várias partes interessadas. Os autores afirmam que é preferível combinar essas abordagens, denominada como metodologia TDBU, pois a abordagem *top-down* pode resultar na negligência de critérios importantes que só seriam identificáveis através de consultas com as partes interessadas, enquanto a abordagem *bottom-up* poderia implicar um processo que leva muito tempo e

a um modelo que é muito complexo. Na metodologia TDBU, especialistas fornecem uma definição para a sustentabilidade, uma estrutura prévia e sugestões para critérios e indicadores de sustentabilidade, enquanto o papel das partes interessadas é comentar e validar os critérios de sustentabilidade sugeridas.

4.3.3 Principais Técnicas de Coleta e Tratamento de Dados

Dentre as técnicas e oportunidades para coleta de dados que podem ser utilizadas para fornecer dados para sistemas de medição de desempenho com o uso de indicadores, SHRP 2 (2009) destaca-se as seguintes:

1. *Uso de sensoriamento remoto*: A tecnologia de sensoriamento remoto é usada em conjuntos de dados que seriam demasiadamente caros e/ou demorados de coletar por meio de levantamento de campo. A disponibilidade de imagens de sensoriamento remoto fornece informações básicas valiosas para o planejamento de longo prazo e seleção de alternativas. Os recursos necessários, incluem: coleta de dados (fotografia aérea e imagem de satélite); software de processamento de imagens; educação e treinamento de funcionário; desenvolvimento de métodos específicos para análise e tradução de imagens; e desenvolvimento de formatos de apresentação de informação eficazes.
2. *Aplicações de SIG (Sistema de Informações Geográficas)*: As ferramentas baseadas em SIG incorporam várias camadas de dados (*layers*) e facilitam tarefas de análise específicas. Essa técnica é de extrema utilidade para planejadores, engenheiros de projeto e equipes de estudos ambientais. Aplicações específicas incluem análise integrada com base em dados de transporte, ambientais, uso do solo, sociais e culturais; fornecimento de sobreposições regionais de planos, programas e projetos de outras instituições; análise da vulnerabilidade das instalações de transporte relacionadas a mudanças climáticas; etc.
3. *Modelagem e simulação matemática*: Além de poder utilizar indicadores para calcular as condições existentes, a utilização de simulação e modelagem matemática permite avaliar também cenários futuros. As aplicações potenciais incluem a avaliação de impacto para propostas de programas e projetos, assim como análise das implicações de vários cenários de interesse. Na área de transporte tem sido comum o uso para simular alterações de tráfego, previsão de impacto sonoro, modificação do uso e ocupação do solo / expansão urbana e análise de vulnerabilidade.
4. *Parcerias Interinstitucionais*: As organizações podem compartilhar dados e informações quando se trata de sustentabilidade. As agências ambientais e de transporte, as secretarias, os institutos e os conselhos gestores de Unidades de Conservação nos níveis federal, estadual e municipais dispõem de uma grande quantidade de dados que são úteis para apoiar estruturas de avaliações de

desempenho com uso de indicadores. As parcerias podem ser realizadas em todos os níveis do governo e com empresas privadas, quando for o caso, para fortalecer ainda mais as iniciativas de compartilhamento de dados, alavancar os recursos de monitoramento existentes e, em conjunto, buscar o desenvolvimento de novos conjuntos de dados e ferramentas que atendam às necessidades comuns e coletivas.

5. *Compartilhamento de dados*: Um pré-requisito para a integração e o compartilhamento de dados em diferentes produtores e usuários de dados é a disponibilidade de metadados que documentam o conteúdo do conjunto de dados, a derivação, a precisão e a adequação para fins específicos.

Para análise dos resultados obtidos com o uso de indicadores, usualmente, adota-se valores de referência para comparação/avaliação; acompanha-se tendências de resultados a partir de uma série histórica; qualifica-se os resultados em bom ou ruim; estabelecem-se escalas, definindo os dois extremos que representem os melhores e piores valores possíveis; entre outras possibilidades. A escala de 0 a 1 (0 corresponde ao pior cenário e 1 corresponde ao melhor cenário) é normalmente usada para combinar os resultados de todo o conjunto de indicadores em uma base comum. Mais detalhes sobre o cálculo dos extremos de escala para as medidas de desempenho são apresentados em Ramani et al. (2009).

Para comparação de alternativas para tomada de decisão, deve-se escolher os critérios e indicadores pertinentes, atribuir pesos aos indicadores, utilizando uma análise multicriterial. A alocação de pesos pode ser uma questão controversa devido à sua subjetividade e possível impacto nos resultados finais, com base em juízos de valor sobre a importância relativa dos diferentes fatores de sustentabilidade. Por outro lado, o uso de pesos também permite que o analista e o tomador de decisão ajustem pesos de acordo com a importância relativa dos critérios em uma arena política aberta, incorporando efetivamente os objetivos e prioridades regionais ao longo do tempo.

O planejamento de infraestrutura de transporte pressupõe a simulação de cenários para auxiliar as tomadas de decisão. Nesse sentido, a utilização de ferramentas de modelagem matemática se mostram fundamentais para alcançar resultados mais sustentáveis. É pertinente que os cenários façam parte dos estudos socioambientais e sejam discutidos de forma mais ampla com representantes da sociedade. Com cenários e seus desdobramentos mais precisos e claros, as informações podem contribuir para tomadas de decisão mais assertivas e facilitar o entendimento e participação pública nas decisões.

O EIA e a AAE, pela natureza prospectiva, são estudos que deveriam contemplar as modelagens matemáticas, com informações reais da capacidade de suporte do território, de forma a se obter uma previsão dos impactos dos usos propostos e das demandas a serem geradas. Dessa forma, a utilização de simulações de cenários por modelagem matemática ajuda a compreender se as alternativas avaliadas estão no

caminho da sustentabilidade, uma vez que permite conhecer previamente problemas futuros e as potencialidades, nas mais diferentes escalas espaciais e temporais, para antecipar soluções.

Com o avanço da tecnologia, a simulação de cenários por modelagem matemática tem aplicações bastante amplas, contando com inúmeros *softwares* para auxiliar os profissionais na simulação e interpretação dos resultados, com interface “amigável”, permitindo gerenciar os cenários em função da base de dados inserida no sistema. Dentre as aplicações no setor de transporte mais usuais encontradas na literatura, pode-se listar as seguintes: simuladores urbanos, alteração de fluxo de tráfegos, emissão de poluentes atmosféricos, predição de ruído ambiental, análise de vulnerabilidade e avaliação de risco.

4.3.4 Comunicação com as Partes Interessadas

De maneira geral, as partes interessadas são indivíduos ou organizações que são afetadas ou afetam o desenvolvimento do empreendimento. As partes interessadas desempenham um papel importante na definição das questões gerenciais do empreendimento. Portanto, capturar sua contribuição é um componente crucial do processo de desenvolvimento do projeto (EL-GOHARY et al., 2006).

As partes interessadas são grupos ou indivíduos que têm participação nos vários procedimentos e etapas de um empreendimento rodoviário e são bastante diversificados, em termos de atribuições, qualificações e experiências profissionais, nível funcional / institucional, o que torna o processo do desenvolvimento das atividades muito complexo. As partes interessadas em infraestruturas rodoviárias abrangem uma ampla variedade de pessoas e organizações. Quanto maior a complexidade, intervenção e abrangência do empreendimento, mais diversificadas e numerosas serão as partes interessadas.

O governo é tradicionalmente visto como o principal *stakeholder* diretamente envolvido no desenvolvimento da infraestrutura rodoviária. É o governo que tem o papel de viabilizar os empreendimentos e, com isso, fornecer condições de acesso à população. Usualmente os políticos envolvidos buscam atender às pressões e interesses de seus eleitores e de políticos locais no sentido de obtenção de verbas para a execução do empreendimento ou, muitas vezes, apoiam-se nele por interesses eleitorais.

El-Gohary et al. (2006) classificaram as partes interessadas em infraestrutura em três tipos:

- *Stakeholder* responsável - refere-se a uma organização ou a um indivíduo que possui algum grau de responsabilidade ou responsabilidade em relação ao processo de desenvolvimento;
- *Stakeholder* afetado – refere-se a uma organização ou pessoa que é afetada direta ou indiretamente pelo processo de desenvolvimento; e

- *Stakeholder* interessado – refere-se a uma organização ou pessoa que não é diretamente afetada pelo projeto, mas que gostaria de participar e fornecer sua opinião no processo de desenvolvimento da infraestrutura.

Para que um empreendimento rodoviário seja concretizado, são necessários a identificação e o engajamento das partes interessadas para viabilizar e aperfeiçoar o projeto, tanto internas e externas, como contrários ou não ao plano, programa ou projeto. Dessa forma, para facilitar a comunicação dos resultados da avaliação, os potenciais *stakeholders* foram agrupados e classificados, conforme figura a seguir:

Figura 18 - Grupos de partes interessadas de empreendimentos rodoviários, seguindo a classificação de El-Gohary et al. (2006).

Cada grupo se relaciona com o empreendedor responsável de uma forma específica. Os “responsáveis” visam garantir que o empreendimento seja executado com a qualidade técnica e recursos necessários, dentro dos requisitos legais. Os “impactados”, por sua vez, não querem que o empreendimento os prejudique de alguma forma ou, quando inevitável, que seja o mínimo possível ou que sejam compensados, retirando o máximo de vantagens do empreendimento. Já os “interessados” pressionam os responsáveis de acordo com os seus interesses ou objetivos, podendo reivindicar algum item de discordância, fomentam o desenvolvimento da tecnologia e a produção de informações.

A interação complexa entre os fatores de transporte, uso do solo e múltiplas partes interessadas dificulta a implementação de iniciativas de sustentabilidade nos empreendimentos rodoviários. Como possuem visões, interesses e competências diversos, normalmente, as partes interessadas defendem posições conflitantes entre si.

Diante disso, a utilização de indicadores para a identificação e consideração dos componentes relevantes para as diversas partes interessadas facilita a negociação e tratativas entre os atores envolvidos. Além disso, quando se define os indicadores dentro de um ambiente colaborativo, as partes interessadas de diferentes setores (governo local, agências de transporte, empresas, comunidades, etc.) podem construir a apropriação da estratégia e desenvolver mecanismos conjuntos para implantação. Para cada um deles, podem ser traçadas as estratégias de relacionamento e de atendimento às necessidades e expectativas de cada grupo de interesse, incluindo-os nos processos gerenciais.

É necessário reconhecer que a sustentabilidade requer abordagens multi e transdisciplinares para identificar e enfrentar ameaças e riscos críticos para a sustentabilidade provenientes de infraestrutura rodoviárias em futuros de curto, médio e longo prazo. Isso ajudará a atingir os objetivos de sustentabilidade e, ao mesmo tempo que contribui para satisfazer as necessidades das partes interessadas, resultando em uma situação “ganha-ganha”.

4.3.5 Desafios Esperados

O desenvolvimento de métricas para empreendimentos de transporte enfrenta vários desafios. Um deles é a própria seleção e a definição das métricas, seguido da sua adoção e utilização dessas métricas por um grande número de empreendedores.

A obtenção de dados aplicáveis e completos, que representem a linha base e as previsões futuras, pode ser um grande desafio para usar medidas de desempenho para avaliação de sustentabilidade, visto que muitos dados geralmente não estão disponíveis e devem ser obtidos e previstos para serem usados. Isso requer tempo e recursos (financeiros, humanos e materiais) que podem não estar disponíveis ou previstos, acarretando no desinteresse pelos funcionários de agências, entre outros.

Ramani et al. (2011) listaram os seguintes desafios que dificultam a implementação e uso de indicadores em agências de transportes, sendo as principais:

- a. *Transformar metas em ações mensuráveis* - Muitas agências são capazes de identificar, concordar e definir metas que incluem conceitos de sustentabilidade, mas encontram dificuldades para implementar programas que ajudarão a alcançar esses objetivos. Identificar formas de rastrear efetivamente o progresso em direção a essas metas também é um desafio.
- b. *Entender os trade-offs* - As agências estão lutando para entender, medir e acompanhar as inter-relações entre os aspectos da sustentabilidade e como

- determinar as implicações desses *trade-offs*.
- c. *Escopo externo à agência* - Alcançar a sustentabilidade requer a cooperação de muitas agências e entidades com uma série de responsabilidades. As agências de transporte, por exemplo, entendem que muitas das questões não estão dentro de sua jurisdição. Ainda há uma falta de compreensão de como as políticas e práticas das agências de transporte se encaixam no conceito mais amplo de sustentabilidade e discordância sobre quais deveriam ser os papéis institucionais apropriados das agências de transporte.
 - d. *Medição no nível de projeto* - As agências consideram que é mais fácil considerar os impactos à sustentabilidade em escala regional e é difícil mensurá-los projeto a projeto.
 - e. *Consistência de dados* - A disponibilidade de dados consistentes e confiáveis entre as jurisdições pode ser um fator limitante na medição do desempenho da sustentabilidade.
 - f. *Priorização* - Numa recessão econômica, algumas agências concluíram que não tinham outra escolha a não ser colocar a sustentabilidade em segundo plano enquanto lutavam com cortes orçamentários e outras prioridades concorrentes.
 - g. *Conceitos difíceis de medir* - As agências ainda estão lutando em como medir tudo de maneira significativa. Por exemplo, é difícil medir efetivamente a igualdade de gênero no transporte.
 - h. *Implementando as informações* - As medidas de desempenho de sustentabilidade são frequentemente citadas pelos tomadores de decisão, mas ainda não está claro o quanto elas realmente influenciam as decisões tomadas. Muitos funcionários entendem a missão geral, mas não entendem claramente como ela se relaciona diretamente com o trabalho deles.
 - i. *Custo* - Em alguns casos, pode ser difícil provar que o custo mais alto para alcançar um resultado de sustentabilidade vale a pena *o trade-off*; em outros casos, práticas sustentáveis são sinônimo de redução de custos.

Talvez um dos desafios mais importantes a ser enfrentado no Brasil seja a mudança institucional para o desenvolvimento e implementação de políticas e programas de transporte sustentáveis. O progresso na sustentabilidade do transporte depende da capacidade das agências de transporte de reconhecer seus limites organizacionais.

Além disso, a falta de uma regulamentação que trate explicitamente da sustentabilidade no transporte não incentiva as agências de transporte os elementos importantes de forma integrada. Enquanto isso, muitas agências de transporte brasileiras estão tratando a agenda de sustentabilidade sob uma forma não integrada visando cumprir o mínimo estabelecido em normas ambientais, sociais e setoriais existentes, tomando decisões com foco a curto prazo e sem a utilização de ferramentas flexíveis e fáceis de usar que facilite a análise quantitativa.

CAPÍTULO 5 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa contribui para incorporar considerações de sustentabilidade em planejamento de transporte rodoviário. O estudo apresenta o estado da arte e as práticas de abordagem de sustentabilidade em infraestrutura de transporte. A partir da revisão bibliográfica, este trabalho contribuiu para o alinhamento de conceitos, relacionando o transporte com a sustentabilidade urbana. A pesquisa apresentou ainda várias formas e tipos de aplicações de avaliação em infraestrutura de transporte alinhadas aos princípios da sustentabilidade, identificando ferramentas e abordagens diversas.

Além disso, ao fornecer conceitos de sustentabilidade urbana e aplicados aos transportes, bem como apresentar um estudo de caso de infraestrutura rodoviária, o trabalho contribui conceitualmente e metodologicamente para que futuros investimentos em transporte sejam realizados considerando aspectos estratégicos para a sustentabilidade. A ênfase dada no planejamento rodoviário foi considerada relevante por se tratar da matriz de transporte do Brasil, pela projeção de crescimento de demanda e por interferir significativamente no alcance dos objetivos da sustentabilidade urbana.

Com a compreensão da relação de rodovias com as questões urbanas significativas e com a análise de ferramentas de avaliação existentes e de um estudo de caso, foi possível obter informações que subsidiaram a estruturação de fatores relevantes que devem ser considerados no planejamento de rodovias em regiões metropolitanas. Essa estruturação consistiu numa tentativa de sistematizar os estudos de avaliação em critérios e indicadores que poderão ser considerados nas tomadas de decisão em novas infraestruturas. Dessa forma, o projeto atingiu seu objetivo geral, ao desenvolver uma estrutura para auxiliar na avaliação da sustentabilidade em rodovias, composta por objetivos, metas e indicadores.

Tendo em vista a subjetividade que envolve o tema Sustentabilidade e a relação complexa entre o transporte e as questões urbanas, a estrutura de avaliação emergiu da necessidade de tornar o planejamento de infraestrutura de transporte mais operacional e mensurável, que poderá auxiliar gestores e tomadores de decisão a ampliar suas perspectivas de planejamento, considerando fatores de sustentabilidade de forma mais integrada, uma vez que sistematiza indicadores associados a objetivos e metas estratégicos.

A partir da estrutura sistematizada, espera-se que o trabalho contribua mais especificamente para:

- Promover tomadas de decisões na fase de planejamento de rodovias baseadas nos princípios da sustentabilidade urbana;
- Conectar os princípios da sustentabilidade com ações práticas na implantação de novos empreendimentos rodoviários;
- Auxiliar no desenvolvimento de estudos, políticas, planos, programas e projetos;

- Apoiar a avaliação de alternativas de traçado em nível de projeto e avaliação de impactos socioambientais significativos;
- Auxiliar empreendedores rodoviários na gestão proativa dos impactos urbano-ambientais;
- Ajudar agências de transporte a aplicarem os conceitos de sustentabilidade no planejamento de novas infraestrutura;
- A estruturação de sistemas de dados e informações, possibilitando o desenvolvimento de uma plataforma *web*;
- O desenvolvimento de ferramentas para mensurar a sustentabilidade em infraestrutura de transporte, ajudando os usuários a identificarem lacunas na concepção de novos empreendimentos;
- Melhorar a comunicação com as diversas partes interessadas;
- Incentivar gestores e projetistas a adotarem abordagens mais sustentáveis.

Espera-se, sobretudo, que a estrutura conceitual resultante desta pesquisa possa contribuir para que agências de transporte, em qualquer nível organizacional, coloquem em prática a sustentabilidade, a partir da sua aplicação (ou adaptação) em seu planejamento estratégico, considerando cada vez mais a coordenação interinstitucional, a participação pública e demais partes interessadas.

Apesar de os usuários potenciais da estrutura de medição de desempenho serem as agências de transporte, os órgãos municipais e ambientais também podem encontrar elementos úteis para ajuda-los no planejamento ou avaliação de sistemas de transporte. Ao permitir a visualização dos avanços, das tendências e do desempenho dos resultados de planos de transporte, contribuirá também para corrigir os rumos das políticas regionais e planejamentos territoriais através de uma gestão integrada dos empreendedores com as demais instituições envolvidas na gestão de territórios municipais e metropolitanos.

Em função dos potenciais impactos indiretos das rodovias no contexto territorial, os indicadores propostos poderão proporcionar as seguintes aplicações práticas:

- Prover uma visualização síntese dos resultados alcançados, da evolução da situação socioeconômica e ambiental das áreas de influência, bem como das influências dos empreendimentos estruturantes e dos projetos e intervenções previstos;
- Medir os impactos, os resultados e o desempenho de ações e processos previstos em Planos Diretores;
- Monitorar e medir o impacto da evolução e dinâmica das realidades econômicas, sociais, urbanas e ambientais da região de interesse;

- Permitir entendimento sobre a estrutura e dinâmica demográfica, destacando os diversos espaços em relação a sua expansão, densidade, grau de urbanização e estratificações sociais;
- Identificar os fluxos metropolitanos abrangendo informações sobre as mobilidades e trocas no interior da região metropolitana e sua relação com os polos metropolitanos existentes.

Ressalta-se, no entanto, que a estrutura não deve considerada um produto definitivo, mas sim uma ideia em construção, que abarca as principais questões relacionadas ao tema, promovendo a operacionalização do planejamento de infraestrutura rodoviária, ou de outros modos. Com isso, espera-se que a mesma sirva como referência para outras que vierem a ser elaboradas.

Quanto ao conjunto de indicadores selecionados neste trabalho, é importante ressaltar que a constituição se apresenta de forma genérica, buscando contemplar uma diversidade de aplicações potenciais, o que exige uma adaptação dos mesmos para cada espaço geográfico e tipos de estudos a ser realizado, a partir de uma seleção prévia daqueles que mais retratam a realidade investigada, os objetivos estabelecidos e as condições locais.

Por se tratar de uma estrutura conceitual e genérica, recomenda-se que, após definido o escopo de aplicação e antes da aplicação da estrutura, promova-se um processo de escolha dos indicadores com a participação e consulta a especialistas, atores locais, institucionais e a população, como forma de melhor captar as expectativas, anseios e necessidades das partes interessadas. Esse processo poderia ser realizado utilizando métodos de consulta, como *brainstorm*, estudo *delphi*, entrevistas, atribuição de peso, etc., para definir quais serão os indicadores a serem mensurados, dentre aqueles viáveis. A viabilidade, por sua vez, deve considerar a compreensão das limitações de uso, uma vez que as agências de transporte e demais interessados têm diferentes níveis de experiência e recursos disponíveis.

Considerando que não foi possível a aplicação da estrutura desenvolvida neste projeto de pesquisa como uma ferramenta de uso em um caso real, especialmente em função da complexidade de obtenção dos dados, custos e reduzido tempo disponível para uma pesquisa em nível de mestrado, a sua utilização pode demonstrar fragilidades práticas que não foi possível identificar neste trabalho, ainda que sua elaboração tenha se baseado em estudos de caso e em estruturas existentes internacionalmente. Dessa forma, é recomendável a aplicação em um empreendimento real, com vista ao refinamento da ferramenta e obtenção de *feedback* de especialistas para aperfeiçoamento.

Por apresentar uma vasta discussão a respeito dos princípios orientadores de sustentabilidade aplicados ao transporte e dos métodos de avaliação, o conteúdo e os resultados desta pesquisa poderia assumir a forma de um roteiro metodológico para que profissionais do setor de transporte tomem decisões cada vez mais sustentáveis, em nível estratégico e preliminar.

De todo modo, entende-se que o uso de estruturas de avaliação apenas será prática recorrente e consolidada no Brasil a partir da institucionalização e normatização de sistema de indicadores aplicáveis à empreendimentos de transportes, com estruturas de governança – pública e privada – mais comprometidas e transparentes com a população, que inclua o uso de indicadores como ferramenta nos processos decisórios. É nesse sentido, que esta pesquisa pode ser considerada como um tímido começo, para encorajar novos esforços no desenvolvimento de um conjunto de indicadores, com mais precisão e padronização na avaliação da sustentabilidade em instituições brasileiras.

Por fim, num sentido mais amplo, entende-se que o estudo tem o potencial de contribuir para uma reflexão mais ampla sobre temas que envolvem a implantação de empreendimentos de grande impacto no ambiente urbano e, com isso, incentive o desenvolvimento de cidades cada vez mais justas, democráticas e sustentáveis para toda a população.

5.1 RECOMENDAÇÕES DE TRABALHOS FUTUROS

A estruturação de objetivos, metas e indicadores podem ser um passo inicial no sentido de se desenvolver uma ferramenta prática para avaliar a sustentabilidade de uma nova rodovia, podendo ser aplicada em certificações e classificação de novos empreendimentos, a partir do estabelecimento de métricas com pontuações e créditos.

A ferramenta poderia auxiliar no desenvolvimento de um Sistema de Apoio à Tomada de Decisão, baseado nos fundamentos da sustentabilidade, construído em sistema computacional, para auxiliar em tomadas de decisões cada vez mais lógicas na seleção e avaliação de alternativas estratégicas. Para tanto, é necessário avançar em estudos de pesquisas de banco de dados, métodos de simulação e informatização da estrutura.

Com relação à obtenção de dados, essenciais para alcançar resultados mais confiáveis, recomenda-se o avanço em estudos que estabeleçam uma padronização das práticas de coleta de dados e de mensuração de indicadores, haja vista os inúmeros *softwares*, fontes existentes, metodologias, modelos e escalas que podem ser utilizadas no cálculo. A partir de uma padronização, será possível realizar a classificação e comparação entre políticas, planos, programas e projetos de transporte de diferentes localidades do País, com resultados mais confiáveis.

Assim, como recomendações para estudos e desenvolvimento de trabalho futuros, destacam as seguintes:

- Identificar fontes de dados necessários para quantificar os indicadores, definir as formas de obtê-los e desenvolver equações para quantificá-los;

- Desenvolver uma ferramenta de análise, de fácil uso e boa representação gráfica, na forma de uma calculadora baseada em planilhas, que podem quantificar os indicadores selecionados;
- Executar aplicações piloto da ferramenta de análise em estudos de caso, tanto com dados compilados para um cenário que represente as condições atuais, como cenários que representam projeções futuras;
- Elaborar um guia para usuários interessados no uso da ferramenta de análise, na forma de um roteiro metodológico para o planejamento de infraestrutura.

Os resultados das recomendações acima podem ser potencializados se a ferramenta for desenvolvida em uma plataforma específica, preferencialmente *web*, permitindo ampla aplicação. Assim, essa ferramenta poderia incluir um banco de dados de indicadores organizados em torno dos vários fatores de planejamento identificados nas diferentes áreas. Para cada um desses fatores, a ferramenta da *web* pode fornecer informações descritivas, documentação pertinente e legislação envolvida, bem como relatórios de estudos de caso para ilustrar o uso prático de indicadores.

Os dados de entrada necessários para calcular os indicadores podem estar disponíveis ou interligados com banco de dados de outras instituições, integrando-se as bases de dados das instituições envolvidas ou dispor de orientações para levantamento de dados primários. A promoção de um banco de dados único, organizado e o acesso livre às partes interessadas, pode contribuir para a integração interinstitucional.

O sistema integrado pode ser desenvolvido com análises pré-programadas, de modo que a inserção de novas informações no banco de dados (como por exemplo um novo empreendimento inscrito no Graprohab ou licenciado, a atualização de censos, entre outros) sejam automaticamente considerados na avaliação de outra instituição, identificando áreas onde ocorrem alterações e que podem afetar o seu planejamento.

Considerando ainda que o projeto focou na fase de planejamento, sugere-se, também, a ampliação de estudos e desenvolvimento de ferramenta aplicável às outras fases de um empreendimento de infraestrutura rodoviária, como projeto, construção, operação e manutenção, bem como aos demais modos de transporte (ferroviário, hidroviário, etc.). Além disso, sugere-se ampliar a ferramenta para as questões econômicas, as quais são extremamente importantes para viabilização de infraestruturas.

Acredita-se que a criação de uma estrutura adequada de coleta de dados e mensuração, pode-se promover políticas públicas de controle, auxiliar tomadas de decisão e estabelecer os meios de divulgação dos resultados às partes interessadas (internas e externas), fortalecendo os processos democráticos, a transparência e a participação social.

Além disso, ainda que a estrutura seja aperfeiçoada e torne-se amplamente operacional, o sucesso de uso dependerá da capacitação e treinamentos gestores para a aplicação de indicadores de sustentabilidade.

REFERÊNCIAS

- AASHTO - American Association of State Highway and Transportation Officials. 2009. *Transportation and Sustainability Best Practices Background*. Disponível em: http://environment.transportation.org/pdf/sustainability_peer_exchange/AASHTO_SustPeerExh_BriefingPaper.pdf. Acesso em 10 de jun. 2018.
- ACSELRAD, H. Discursos da sustentabilidade urbana. *Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais*, Rio de Janeiro, n. 1, p. 79-89, maio 1999.
- ACSELRAD, H. *A duração das cidades: sustentabilidade e risco nas políticas urbanas*. 2 ed. Rio de Janeiro: Lamparina, 2009a, 256p.
- AMEKUDZI, A.; MEYER, M.; ROSS, C. *Transportation Planning for Sustainability Guidebook*. Sustainability Evaluation and Planning Guidance for Transportation Systems. 2011. Instituto de Tecnologia da Geórgia.
- AGENDA 21 BRASILEIRA, 2000, p. 155.
- AGUM, R.; RISCADO, P.; MENEZES, M. Políticas Públicas: Conceitos e Análise em Revisão. *Revista Agenda Política*, Vol.3 - n.2, p. 12-42, julho/dezembro 2015.
- ANDRADE, M. O.; TAVARES, L. M. Impactos da duplicação de uma rodovia federal sobre a mobilidade e acessibilidade em uma pequena cidade nordestina. *Revista Produção e Desenvolvimento*, v.3, n.3, p.101-116, dez., 2017.
- Barton, H. (2000). Conflicting perceptions of neighbourhood. *Sustainable Communities: the Potential for Eco-Neighbourhoods*. Earthscan: London; 86-104.
- BELLEN. Hans Michael Van. *Indicadores de Sustentabilidade: Uma análise comparativa*. Rio de Janeiro: FGV, 2006. 256 p.
- BELLIA, V.; BIDONE, E. D. *Rodovias, recursos naturais e meio ambiente*. Niterói: EDUFF/DNER, 1993. 360 p.
- BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. Norma DNIT 003/2002 – PAD: *Criação e Cadastramento de anel ou contorno rodoviário – Padronização*. Rio de Janeiro: Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisas Rodoviárias, 2002.
- BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente. *Resolução CONAMA n. 01, de 23 de janeiro de 1986*. Estabelece as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 17 de fevereiro de 1986.
- BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente. *Resolução CONAMA n. 237, de 19 de dezembro de 1997*. Dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 22 de dezembro de 1997.
- BRASIL. *Constituição Federativa do Brasil de 05 de outubro de 1988*. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 06, de outubro de 1988.

BRASIL. *Lei Federal n. 10.257 de 10 de julho de 2001*. Regulamenta os artigos 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 11 de julho de 2001 e retificado em 17 de julho de 2001.

BRASIL. *Lei Federal n. 6.938, de 31 de agosto de 1981* (alterada pela Lei no 7804 de 18 de julho de 1989.) Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 02 de setembro de 1981.

BRASIL. *Lei n. 12.587, de janeiro de 2012*. Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana; revoga dispositivos dos Decretos-Leis nos 3.326, de 3 de junho de 1941, e 5.405, de 13 de abril de 1943, da Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), aprovada pelo Decreto-Lei n. 5.452, de 1º de maio de 1943, e das Leis nos 5.917, de 10 de setembro de 1973, e 6.261, de 14 de novembro de 1975; e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12587.htm>. Acesso em: 03 de dez. de 2018.

Bueno, P.C., Vassallo, J.M., and Cheung, K. “*Road infrastructure design for optimizing sustainability. literature review*”. TRANSYT Working Paper 2013-01-EN. Universidad Politécnica de Madrid, Spain.

CASTRO, M. D. L. *Participação da sociedade civil e da administração pública no processo de Avaliação de Impacto Ambiental no Município de São Paulo – Brasil*. 2018. Tese (Doutorado em Ciências) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2018.

CAVALCANTI, Cristina Kanya Caseli; BRANCO, Larissa Ferrer; BRUNA, Gilda Collet. Mobilidade em cidades. In: PHILIPPI JR., A. BRUNA, G. C. (Org.). *Gestão Urbana e Sustentabilidade* 40. São Paulo: Manole, 2018. p.1020-1037.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. (2014) *P4.261- Risco de Acidente de Origem Tecnológica – Método para decisão e termos de referência*. São Paulo, 2. Ed. 140p. Homologada pela Decisão de Diretoria – D.D. n. 073/2014/I, de 25/03/14. Publicada no Diário Oficial do Estado de São Paulo – Caderno Executivo I, v.124 (64) de 04/04/2014, Poder Executivo, Seção I, p. 83.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE (Brasil). *Pesquisa CNT de rodovias 2015: relatório gerencial*. Brasília: CNT: SEST: SENAT, 2015. 420p. Disponível em: <http://pesquisarodoviascms.cnt.org.br/Relatorio%20Geral/PESQUISA_CNT2015_BAI_XA.pdf>. Acesso em: 16 set. 2016.

COSTA, M. S. Mobilidade urbana sustentável: um estudo comparativo e as bases de um sistema de gestão para Brasil e Portugal. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos. 2003.

COSTA, M. S; SILVA, A. N. R. & RAMOS, R. A. R. (2005). *Sustainable urban mobility: a comparative study and the basis for a management system in Brazil and Portugal*. WIT Transactions on The Built Environment, Vol 77. WIT Press www.witpress.com, ISSN 1743-3509 (on-line)

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES - DNIT. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. Manual para atividades ambientais rodoviárias. - Rio de Janeiro, 2006. 437 p.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE – DNIT. Diretoria Executiva. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. *Manual de Implantação Básica de Rodovia*. 3. ed. Rio de Janeiro, 2010a. 617p.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE – DNIT. Diretoria Executiva. Instituto de Pesquisas Rodoviárias. *Manual de Projeto Geométrico de Travessias Urbanas*. 3. ed. Rio de Janeiro, 2010b. 617p.

DERSA - DESENVOLVIMENTO RODOVIÁRIO S/A; FESPSP - FUNDAÇÃO ESCOLA DE SOCIOLOGIA E POLÍTICA DE SÃO PAULO. *Estudo de impacto ambiental do Rodoanel Metropolitano de São Paulo - Trecho Oeste*. São Paulo, 1997, 8 v. Relatório técnico.

DERSA- DESENVOLVIMENTO RODOVIÁRIO S.A., *Rodoanel Metropolitano de São Paulo – Trecho Norte: Estudo Funcional de Alternativas de Traçado*, Planservi Engenharia, São Paulo, 1999.

DERSA - DESENVOLVIMENTO RODOVIÁRIO S.A; PROTAN Engenharia S/C Ltda. *Estudo de impacto ambiental do Rodoanel Mario Covas - Trechos Norte, Leste e Sul*. São Paulo, 2002. 9 v. Relatório técnico.

DERSA - DESENVOLVIMENTO RODOVIÁRIO S.A; FESPSP - FUNDAÇÃO ESCOLA DE SOCIOLOGIA E POLÍTICA DE SÃO PAULO. *Avaliação Ambiental Estratégica do Programa Rodoanel*. São Paulo, 2004a, 8 v. Relatório técnico.

DESENVOLVIMENTO RODOVIÁRIO S.A – DERSA; FESPSP - FUNDAÇÃO ESCOLA DE SOCIOLOGIA E POLÍTICA DE SÃO PAULO. *Estudo de Impacto Ambiental do Trecho Sul Modificado – Programa Rodoanel Mário Covas*. São Paulo, 2004b. 10v. Relatório Técnico.

DERSA - DESENVOLVIMENTO RODOVIÁRIO S.A.; CONSÓRCIO JGP – PRIME. *Estudo de impacto ambiental (EIA) e relatório de impacto ambiental (RIMA) do Rodoanel Mario Covas - Trecho Leste*. São Paulo, 2009. 11 v. Relatório técnico.

DERSA - DESENVOLVIMENTO RODOVIÁRIO S.A.; CONSÓRCIO JGP – PRIME. *Estudo de impacto ambiental (EIA) e relatório de impacto ambiental (RIMA) do Rodoanel Mario Covas - Trecho Norte*. São Paulo, 2010. 7 v. Relatório técnico.

Devuyst D. Introduction to sustainability assessment at the local level. In: Devuyst D, editor. *How green is the city? Sustainability assessment and the management of urban environments*. New York: Columbia University Press; 2001. pp. 1– 41.

ECOCITY, 2001. Urban development towards appropriate structures for sustainable transport. Publishable Final Report (Deliverable 18). Ecocity EVK4-CT-2001-00056.

El-Gohary, N.M., Osman, H. and El-Diraby, T.E. (2006). “Stakeholder Management for Public Private Partnerships.” *International Journal of Project Management*, 24, p.p 595-604.

EPA - UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. *Guide to Sustainable Transportation Performance Measures*, 2011.

FIDIC - INTERNATIONAL FEDERATION OF CONSULTING ENGINEERS. (2012). *State of the World Report 2012* (pp. 1–45). Disponível em: <<http://fidic.org/sites/default/files/sow2012-0822-electronic.pdf> >. Acesso em: 03 de julho de 2018.

FREIRIA, R. F. *Direito, Gestão e Políticas Públicas Ambientais*. Editora SENAC. São Paulo, 2011.

Furberg, Anna; Molander, Sverker; Wallbaum, Holger. *Literature Review of Practices in Sustainability Assessment of Transport Infrastructures* - Identification of Issues and Knowledge Gaps. Department of Energy and Environment. Division of Environmental System Analysis. Chalmers University of Technology Göteborg, Sweden, 2014.

GIATTI, Leandro Luiz; URBINATTI, Alberto Matenhauer; MARTINS, Ana Maria Bedran. Nexos de sustentabilidade urbana e perspectivas ampliadas de políticas públicas. In: PHILIPPI JR., A. BRUNA, G. C. (Org.). *Gestão Urbana e Sustentabilidade 3*. São Paulo: Manole, 2018. p. 56-82.

GIL, Antônio Carlos. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 3ª. ed. São Paulo: Editora Atlas S.A., 1996.

GIL, Antônio Carlos. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4ª ed. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2002.

GLASSON, J.; THERIVEL, R; CHADWICK, A. *Introduction to Environmental Impact Assessment*. 2. Ed. London: UCL Press, 1999. 496 p.

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Plano Diretor de Desenvolvimento de Transporte – PDDT Vivo 2000 – 2020*. São Paulo: Secretaria dos Transportes do Estado de São Paulo / Desenvolvimento Rodoviário S.A, 2000 (Relatório Executivo).

GUDMUNDSSON, H. Sustainable Transport and Performance Indicators. *Issues in Environmental Science and Technology*. n. 20, 2004, pp. 35-63.

GUIMARÃES, T.; LUCAS, K. (2017). *O papel da equidade no planejamento de transportes no brasil*. XXXI Congresso Nacional de Pesquisa em Transporte da ANPET. Recife.

GVces. *Aplicação de Indicadores de Intensidade em Instrumentos Econômicos*. Centro de Estudos em Sustentabilidade da Escola de Administração de Empresas de São Paulo da Fundação Getulio Vargas. São Paulo, p. 143. 2015.

HABITAT-III. Documentos temáticos da Habitat III. *United Nations Conference on Housing and Sustainable Urban Development*. Ecossistemas Urbanos e Gestão de Recursos. 16. Nova York, 2015. Disponível em: http://habitat3.org/wp-content/uploads/16-Ecossistemas-Urbanos-e-Gestão-de-Recursos_final.pdf. Acesso em: 27 de jan. 2019.

HOUGHTON, N. *Ecologically Sustainable Development: Indicators and Decision Process*. Report 319, ARRB Transportation Research, Vermont South, Australia, March 1998.

HAUGHTON, G. 1999. Environmental justice and the sustainable city. *Journal of Planning Education and Research* 18: 233–243.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA – IPEA. Mobilidade urbana sustentável: conceitos, tendências e reflexões. 2016. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/TDs/td_2194.pdf>. Acesso em 07 de jan. 2019.

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. *Fifth Assessment Report – AR5* (2014). Disponível em: <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR_AR5_FINAL_full.pdf>. Acesso em 19 de nov. 2018.

JEON, C. M. *Incorporating sustainability into transportation planning and decision making: definitions, performance measures, and evaluation*. 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia). School of Civil and Environmental Engineering Georgia Institute of Technology, Geórgia, 2007.

JEON, C. M.; AMEKUDZI, A. (2005). Addressing Sustainability in Transportation Systems: Definitions, Indicators and Metrics. *ASCE Journal of Infrastructure Systems*, Vol. 11, n. 10, pp, 31-50. March 2005.

Lautso, K.; Spiekemann, K.; Wegener, M.; Sheppard, I.; Steadman P.; Martino A.; Doming, R.; Gayda, S. (2004); *PROPOLIS – Final Report*, 2nd Edition, Finland. Disponível em: <http://www.spiekermann-wegener.de/pro/pdf/PROPOLIS_Final_Report.pdf>. Acesso em jan. de 2019.

Lavell, A., M. Oppenheimer, C. Diop, J. Hess, R. Lempert, J. Li, R. Muir-Wood, and S. Myeong, 2012: *Climate change: new dimensions in disaster risk, exposure, vulnerability, and resilience*. In: Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (eds.)]. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, pp. 25-64. Disponível em https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/SREX-Chap1_FINAL-1.pdf. Acesso em 07 de dez de 2018.

LENCIONI, S. Concentração e centralização das atividades urbanas: uma perspectiva multiescalar. Reflexões a partir do caso de São Paulo. *Revista de Geografia Norte Grande*, 39: 7-20 (2008).

LIM, S.K. *Framework and Processes for Enhancing Sustainability Deliverables in Australian Road Infrastructure Projects*, 2009. 348 p. Tese de Doutorado, School of Urban Development Faculty of Built Environmental and Engineering / Queensland University of Technology, Melbourne, Austrália, 2009.

LITMAN, T. e D. BURWELL (2006) Issues in Sustainable Transportation. *International Journal of Global Environmental Issues*, v. 6, n. 4, p. 331-347.

LITMAN, Todd (2008). *Well Measured: Developing Indicators for Comprehensive and Sustainable Transport Planning*, Victoria Transport Policy Institute - VTPI. Disponível em: <www.vtpi.org>. Acesso em: 13 de abril de 2018.

Litman, Todd; Brenman, Marc (2012). A New Social Equity Agenda For Sustainable Transportation. *Victoria Transport Policy Institute*. Disponível em: <http://www.vtpi.org/equityagenda.pdf>. Acesso em 28 de nov. de 2018.

LITMAN, T. (2016). *Well Measured: Developing Indicators for Sustainable and Livable Transport Planning*, Victoria Transport Policy Institute - VTPI. Disponível em: <www.vtpi.org>. Acesso em: 28 de setembro de 2018.

LITMAN, T. (2018). Evaluating Transportation Equity. *Victoria Transport Policy Institute*. Disponível em: <<http://www.vtpi.org/equity.pdf>>. Acesso em 15 de ago de 2018.

McHARG, I. L. *A comprehensive highway route selection method*. Highway Research Record (246): p.1-15. 1968.

MACLAREN, V. W. (1996). Urban sustainability reporting. *Journal of the American Planning Association*, Chicago, v.62, n.2, p.184-202.

MAGLIO, Ivan Carlos; PHILIPPI JR., Arlindo. Sustentabilidade ambiental e mudanças climáticas: desafio para o planejamento urbano das cidades. In: PHILIPPI JR., A. BRUNA, G. C. (Org.). *Gestão Urbana e Sustentabilidade* 18. São Paulo: Manole, 2018. p. 428-453.

MALHEIROS, T. F.; PHILIPPI JR., A.; COUTINHO, S. M. V. (2008). Agenda 21 nacional e indicadores de desenvolvimento sustentável: contexto brasileiro. *Revista Saúde e Sociedade*, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 7-20, mar.

MALHEIROS, T. F.; COUTINHO, S. M. V.; PHILIPPI JR, A.. Desafios do uso de indicadores na avaliação da sustentabilidade. Em: PHILIPPI JR; A.; MALHEIROS, T. F. (eds.). *Indicadores de Sustentabilidade e Gestão Ambiental*. Barueri-SP: Manole, 2012. p. 1-30. (Coleção Ambiental).

MARINS, K. R. de C. C. *Proposta metodológica para planejamento energético no desenvolvimento de áreas urbanas - O potencial da integração de estratégias e soluções em morfologia e mobilidade urbanas, edifícios, energia e meio ambiente: o caso da operação urbana Água Branca, no município de São Paulo*. 2010. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2010.

Marsden, G., Kelly, C., Snell, C. And Forrester, J. (2005) Improved Indicators for Sustainable Transport and Planning, *Draft Deliverable C1*, DISTILLATE project, Institute for Transport Studies and Stockholm Environment Institute – York. Disponível em:

<<http://www.distillate.ac.uk/outputs/Deliverable%20C1%20Indicators%20specification%20v9.pdf>>. Acesso em: 20 de mar de 2019.

MARSDEN, G et al. (2011). Framework for Sustainability Assessment by Transportation Agencies. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, 2242 (2242). 9 - 18. ISSN 0361-1981.

Martland, C. D. *Toward more sustainable infrastructure: project evaluation for planners and engineers*. Hoboken, NJ: Wiley, 2012.

MEYER, Michel D. e MILLER, Eric J. *Urban Transportation Planning: a decision-oriented approach, second edition*. Mc Graw-Hill Companies, 1984.

MINISTÉRIO DAS CIDADES (2004), Política Nacional de Mobilidade Urbana Sustentável. Disponível em:

<<http://www.ta.org.br/site/banco/7manuais/6politicanacionalmobilidadeurbanasustentavel.pdf>>. Acesso em 28 de dez. 2018

MME/EPE. (2014). PDE 2013-2022 - Plano Decenal de Expansão de Energia – Relatório Final. Rio de Janeiro: EPE.

MÖRTBERG U, Haas J, ZETTERBERG A, et al. (2013) Urban ecosystems and sustainable urban development-analysing and assessing interacting systems in the Stockholm region. *Urban Ecosystems* 16: 763-782.

MUENCH, S. T., ARMSTRONG, A., & ALLEN, B. (2012). Sustainable roadway design and construction in federal lands highway program. Transportation Research Record: *Journal of the Transportation Research Board*, 2271(-1), 19–30. doi:10.3141/2271-03.

NCE, New Climate Economy. *Seizing the global opportunity: partnerships for better growth and a better climate*. The Global commission on the economy and climate: Washington, 2015. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/a-az422e.pdf>>. Acesso em 26 de abril de 2018.

Ness, B., Urbel_Piirsalu, E., Anderberg, S., Olsson, L., 2006. Categorising tools for sustainability assessment. *Ecol. Econ.* 60, 498–508.

OCDE – ORGANIZAÇÃO DE COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO, 1996. *Environmental criteria for sustainable transport: Report on phase I of the project on Environmentally Sustainable Transport (EST)*. OECD report, OECD/GD(96), Paris, 96 p.

[ONU] MOBILIZING SUSTAINABLE TRANSPORTE FOR DEVELOPMENT. 2016a. *Analysis and Policy Recommendations from the United Nations Secretary-General's High-Level Advisory Group on Sustainable Transport*. Disponível em: <<https://www.mobilize.org.br/midias/pesquisas/mobilizando-o-transporte-sustentavel-pelo-desenvol.pdf>>. Acesso em 03 de jan. de 2019.

ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Conferência das Nações Unidas para Habitação e Desenvolvimento Urbano Sustentável (Habitat III). Nova Agenda Urbana. Quito, Equador, 2016. Disponível em: <<http://www.habitat3.org/the-new-urban-agenda>> Acesso em: 21 ago. 2018.

ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento. Declaração do Rio sobre meio ambiente e desenvolvimento. Brasília, DF: MMA, 1992. Disponível em:

<http://www.mma.gov.br/port/sdi/ea/documentos/convs/decl_rio92.pdf>. Acesso em: 25 jan. 2018.

ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. *Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável: transformar nosso mundo*. Nova Iorque, 2015. Disponível em: <www.nr.undp.org/...agenda2030/undp-br-Agenda2030-completo-pt-br-2016.pdf> Acesso em: 25 set. 2018.

Pope, J., Annandale, D., Morrison-Saunders, A., 2004. *Conceptualising sustainability assessment*. Impact Assess. Project Appraisal 23 (4), 293–302.

POLÍTICA NACIONAL DE TRANSPORTES: Caderno das Estratégias Governamentais / Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil. Brasília: MTPA, 2018. 1 v.: gráfs., II.

POLÍTICA NACIONAL DE TRANSPORTES: Livro de Estado/ Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil. Brasília: MTPA, 2018 1 v.: gráfs., II.

PROGRAMA CIDADES SUSTENTÁVEIS, 2016. Disponível em: <<http://www.cidadessustentaveis.org.br/>>. Acesso em: 07 jan 2018.

RAMANI, T., ZIETSMAN, J., EISELE, W., ROSA, D., SPILLANE, D. and BOCHNER, B. (2009). *Developing sustainable transportation performance measures for txdot's strategic plan: technical report*. Texas Transportation Institute The Texas A&M University System College Station, Texas 77843-3135. Disponível em: <<http://tti.tamu.edu/documents/0-5541-1.pdf>>. Acesso em 20 de ago. de 2018.

RAMANI, T., POTTER, J., DEFLORIO, J., ZIETSMAN, J., REEDER, V. (2011). A Guidebook for Sustainability Performance Measurement for Transportation Agencies. National Cooperative Highway Research Program. *Transportation Research Board*. 191p. WASHINGTON, D.C. Disponível em: <http://nap.edu/14598>. Acesso em: 13 de jul. de 2018.

REIS, Lineu Belico; MARTINI, José Sidnei Colombro; GRIMONI, José Aquiles Baesso. Energia na gestão urbana sustentável. In: PHILIPPI JR., A. BRUNA, G. C. (Org.). *Gestão Urbana e Sustentabilidade* 32. São Paulo: Manole, 2018. p.795-827.

SAETA, F. P. *Sustentabilidade urbana: o desafio da construção de indicadores de sustentabilidade urbana*. 2012. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Presbiteriana Mackenzie. São Paulo, 2012.

Sala, Serenella; Ciuffo, Biagio; Nijkamp, Peter. 2015. A systemic framework for sustainability assessment. *Ecological Economics* 119 (2015) 314–325. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolecon.2015.09.015>>. Acesso em 15 de mar de 2018.

SAUNDERS, M., LEWIS, P. and THORNHILL, A. (2000). *Research Methods for Business Students* - Second Edition, Pearson Education Limited, UK..

SEMOB - SECRETARIA NACIONAL DE TRANSPORTE E DA MOBILIDADE URBANA. Ministério das Cidades. PlanMob – Caderno de Referência para Elaboração de Plano de Mobilidade Urbana. 2015.

Sheate W, Dagg S, Richardson J, Aschemann R, Palerm J, Steen U. Integrating the environment into strategic decision-making: conceptualizing policy SEA. *Eur Environ* 2003;13(1):1–18.

SHIBAO, Fabio Ytoshi; DOS SANTOS, Mario Roberto; MONTEIRO, David Costa. Sustentabilidade urbana: logística, modais e redes de carga. In: PHILIPPI JR., A. BRUNA, G. C. (Org.). *Gestão Urbana e Sustentabilidade* 35. São Paulo: Manole, 2018. p. 887-911.

SHRP 2 - SECOND STRATEGIC HIGHWAY RESEARCH PROGRAM (2009). *Performance Measurement Framework for Highway Capacity Decision Making*. Cambridge Systematics. Transportation Research Board. 113 p. ISBN 978-0-309-12885-8 | DOI 10.17226/14255. Disponível em: <<http://nap.edu/14255>>. Acesso em 15 de nov. de 2018.

SILVA JÚNIOR, S. B. *Rodovias em áreas urbanizadas e seus impactos, na percepção dos pedestres*. 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) - Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2006.

SOTTO, Debora; PHILIPPI JR., Arlindo. Operações urbanas consorciadas: alternativas para requalificação urbana sustentável. In: PHILIPPI JR., A. BRUNA, G. C. (Org.). *Gestão Urbana e Sustentabilidade* 19. São Paulo: Manole, 2018. p. 454-477.

SOUZA, C. D. R.; D'AGOSTO, M. A. Modelo de quatro etapas aplicado ao planejamento de transporte de carga. *Journal of Transport Literature*, v. 7, p. 207–234, 2013.

SOUZA, C. *Políticas Públicas: uma revisão da literatura*. In: *Revista Sociologias* (republicação), nr. 16, ano 8, p. 20-45. Porto Alegre, 2006.

THÉRIVEL, R.; WILSON, E.; THOMPSON, S.; HEANEY, PRITCHAR, D. *Strategic Environmental Assessment*. London: Earthscan, 1992. 181p.

UNEP. *Environmental Impact Assessment Training Resource Manual*. 2002. Disponível em: <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/26503/EIA_Training_Resource_Manual.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em 29 dez. 18.

UNISDR – United Nations Office for Disaster Risk Reduction. *Como construir cidades mais resilientes. um guia para gestores públicos locais*. Genebra, 2012. Disponível em: <http://www.unisdr.org/files/26462_guiagestorespublicosweb.pdf>. Acesso em 27 de jan. de 2019.

VASCONCELLOS, Eduardo Alcântara. *Transporte urbano nos países em desenvolvimento: reflexões e propostas*. São Paulo: Editora Unidas, 1996.

VERGARA SC. *Sugestão para estruturação de um projeto de pesquisa*. São Paulo: Fundação Getúlio Vargas; 1991. (Cadernos de Pesquisa, 2)

VILLAÇA, Flávio. *Espaço intra-urbano no Brasil*. São Paulo: Studio Nobel/FAPESP/Lincoln Institute, 2001.

VTPI (2005), Online TDM Encyclopedia, VTPI. Disponível em: <www.vtpi.org>. Acesso em 13 de ago. 2018.

WCED – WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT. *Our Common Future*. Oxford: Oxford University Press, 1987. 400p.

WRI BRASIL. *DOTS nos Planos Diretores: Guia para inclusão do Desenvolvimento Orientado ao Transporte Sustentável no planejamento urbano*. 1ª edição. 2018. Disponível em <<http://wricidades.org>>. Acesso em: 20 jun. 2018.

Yin, R. K. 2003. *Applications of case study research*: Sage Publications, Inc.

Zegras, C., I. Poduje, W. Foutz, E. Ben-Joseph, O. Figueroa. 2004. Indicators for Sustainable Urban Development. Chapter 7 in *From Understanding to Action: Sustainable Urban Development in Medium-Sized Cities in Africa and Latin America* (M. Keiner, C. Zegras, W. Schmid, D. Salmerón, Eds.), Springer, Dordrecht, the Netherlands.

Zietsman, J. Incorporating Sustainability Performance Measures into the Transportation Planning Process. Ph.D. Dissertation, Texas A&M University, December 2000.

ZIETSMAN, J., and RILETT, L. R. (2002). *Sustainable transportation: Conceptualization and performance measures*. Rep. SWUTC/02/167403-1, Southwest Region University. Transportation Center, Texas A&M Univ. System, College Station, Texas.

Zietsman, J., & Ramani, T. (2011). *Sustainability Performance Measures for State DOTs and Other Transportation Agencies*. Final Report. Texas Transportation Institute. The Texas A&M University System College Station, Texas.

APÊNDICE A

IMPACTOS POTENCIAIS POR COMPONENTE AMBIENTAL

Componente	Impactos Ambientais		Atributos						Elegibilidade
C.1 Meio Físico	I.1 Impactos no Meio Físico		V	I	A	R	I	P	Sim/Não
C.1.01 Terrenos	I.1.01 Impactos Potenciais nos Terrenos	1.01 Alteração da morfologia do relevo e da estabilidade das encostas e aumento da susceptibilidade à erosão por terraplenagem	-	M	ADA	PR	I	TA	NÃO
		1.02 Alteração da estabilidade das encostas e aumento da susceptibilidade à erosão por escavação de túneis	-	M	ADA	PR	I	TA	NÃO
		1.03 Aumento das áreas impermeabilizadas	-	B	ADA	I	I	P	SIM
		1.04 Aumento do risco de contaminação de solo por combustíveis e lubrificantes durante a construção	-	B	ADA	TR	I	TA	NÃO
		1.05 Alteração do risco de contaminação de solo por vazamento de produtos perigosos durante a operação	+ -	B; B	ADA; AID; AII e R	TR; I	I; I	P; P	SIM
C.1.02 Recursos hídricos superficiais	I.1.02 Impactos Potenciais nos Recursos Hídricos Superficiais	2.01 Alterações no regime fluviométrico de cursos d'água	-	B; M	AID	PR	I	P	SIM
		2.02 Alteração dos níveis de turbidez dos corpos hídricos durante a construção	-	M	ADA; AID	TR	I	TA	NÃO
		2.03 Assoreamento de cursos d'água durante a construção	-	M	ADA; AID	PR	I	C	NÃO
		2.04 Alteração da qualidade da água durante a construção	-	B	ADA; AID	PR	I	C	NÃO
		2.05 Alteração da distribuição do risco de contaminação dos corpos hídricos durante a operação	+ -	B	ADA; AID; AII; R	I; TR	I	P; P	SIM
		2.06 Alteração na qualidade dos corpos hídricos pelo escoamento das águas pluviais (cargas difusas) durante a operação	++	B; B	AID; AID	I	CP	P	SIM

Componente	Impactos Ambientais		Atributos						Elegibilidade
C.1.03 Recursos hídricos subterrâneos	I.1.03 Impactos Potenciais nos Recursos Hídricos Subterrâneos	3.01 Alteração no regime de fluxo das águas subterrâneas (rebaixamento)	-	B	ADA; AID	I	CP	P	SIM
		3.02 Risco de contaminação do lençol freático durante a construção	-	B	ADA	TR	I	TA	NÃO
		3.03 Risco de contaminação do lençol freático durante a operação	-	B	ADA	TR	I	P	SIM
C1.04 Ar	I.1.04 Impactos Potenciais na Qualidade do Ar	4.01 Impactos na qualidade do ar durante a construção	-	M	ADA; AID	TR	I	TA	NÃO
		4.02 Impactos na qualidade do ar durante a operação	+ -	B; M	R; AID	I; I	I; I	P; P	SIM
C.2 Meio Biótico	I.1 Impactos no Meio Biótico		V	I	A	R	I	P	Sim/Não
C.2.01 Cobertura vegetal	I.2.01 Impactos Potenciais na Vegetação	5.01 Redução da cobertura vegetal da área diretamente afetada	-	M	ADA	I	I	P	SIM
		5.02 Risco de supressão de espécies protegidas e/ou em listas de ameaça de extinção	-	B	ADA	PR	I	L; P	SIM
		5.03 Ampliação do grau de fragmentação florestal e instalação do efeito de borda	-	M	AID	I	I	P	SIM
		5.04 Alteração do nível de risco da ocorrência de incêndios nas florestas remanescentes no entorno da rodovia	-	M	ADA; AID	PR	MP; LP	P	SIM
		5.05 Efeitos nas comunidades ribeirinhas pelas interferências nos cursos d'água e nas planícies aluviais	-	M	AID	PR	I	P	SIM
C.2.02 Fauna	I.2.02 Impactos Potenciais na Fauna	6.01 Alteração local do número e da composição das comunidades de vertebrados terrestres como decorrência da redução e fragmentação de habitats	-	M	ADA; AID	I	CP; MP	L; P	SIM
		6.02 Interferências com corredores ecológicos	-	B	AID	PR	I	P	SIM
		6.03 Afugentamento de fauna, aumento dos riscos de atropelamento e da pressão de caça	-	B	AID	I	I; CP	P	SIM

Componente	Impactos Ambientais		Atributos						Elegibilidade
		6.04 Riscos de predação e doenças para a fauna silvestre devido ao possível adensamento da fauna sinantrópica nas frentes de obras	-	B	ADA	TR	CP	C	NÃO
		6.05 Impactos na fauna aquática dos cursos d'água a serem desviados/canalizados	-	B	AID	TR	I	C	NÃO
		6.06 Alteração no nível e distribuição espacial do risco de contaminação da fauna aquática e edáfica por acidentes com produtos perigosos	-	B	AID	I	I	P	SIM
C.3 Meio Antrópico	I.1 Impactos no Meio Antrópico		V	I	A	R	I	P	Sim/Não
C.3.01 Infraestrutura viária, tráfego e transportes	I.3.01 Impactos Potenciais na Infraestrutura Viária, no Tráfego e nos Transportes	7.01 Modificações temporárias no padrão local de distribuição do tráfego durante a construção	-	B; M	AID	TR	I	TA	NÃO
		7.02 Aumento na circulação de veículos pesados na malha viária local durante a construção	-	M	AID	TR	I	TA	NÃO
		7.03 Deterioração do pavimento de vias públicas utilizadas pelos veículos a serviço das obras	-	M	AID	TR	CP	C	NÃO
		7.04 Impactos nos níveis de carregamento do sistema viário da região	+ -	M; A	AID; AII; R; D	PR; PR	CP; CP	P; P	SIM
		7.05 Melhoria da acessibilidade entre rodovias radiais da RMSP	+	M	R	I	I	P	SIM
		7.06 Benefícios socioeconômicos devidos à redução dos tempos de viagem	+	A	D	I	I	P	SIM
		7.07 Alterações no padrão de segurança do tráfego intraurbano e redução de acidentes	+ -	B; B	AII; AII	PR; PR	CP; CP	P; P	SIM
		7.08 Melhoria no grau de confiabilidade dos usuários no sistema viário metropolitano	+	B	R	TR	MP	L	SIM
		7.09 Redução dos custos de manutenção da malha viária intraurbana da RMSP	+	B	R	PR	MP	L	SIM

Componente	Impactos Ambientais		Atributos						Elegibilidade
		7.10 Redução de problemas decorrentes da circulação de cargas altas	+	M	R	I	I	P	SIM
		7.11 Favorecimento da intermodalidade no transporte de cargas	+	A	R	I	CP	P	SIM
		7.12 Interferências com fluxos transversais de pedestres	-	M	AID	PR	I	P	SIM
		7.13 Redução das Emissões de Gases de Efeito Estufa	+	A	D	I	I	P	SIM
C.3.02 Estrutura urbana	I.3.02 Impactos Potenciais na Estrutura Urbana	8.01 Indução à ocupação de terrenos vagos e áreas não urbanizadas	+-	B	AII; AII	I; I	CP; CP	P; P	SIM
		8.04 Alterações dos valores imobiliários	+ -	M; B	AII; AID	PR; PR	MP; CP	P; P	SIM
		8.05 Aumento do grau de atratividade para usos residenciais	+	M	AID; AII	TR	CP	L	SIM
		8.06 Aumento do grau de atratividade para atividades econômicas	+	A	AID; AII	TR	CP; MP; LP	L; P	SIM
		8.07 Ruptura da malha urbana	-	B	AID	I	I	P	SIM
C.3.03 Atividades econômicas	I.3.03 Impactos Potenciais nas Atividades Econômicas	9.01 Melhoria no padrão de acessibilidade às atividades econômicas	+	M	AII	I	CP	P	SIM
		9.02 Geração de empregos diretos e indiretos durante a construção	+	M	D	TR	I	TA	NÃO
		9.03 Geração de empregos diretos e indiretos durante a operação	+	B	R	I	MP	P	SIM
		9.04 Desativação de atividades econômicas localizadas na ADA	-	B	ADA	I	I	P	SIM
		9.05 Descentralização da oferta de emprego	+	M	AII; R	PR	CP	P	SIM

Componente	Impactos Ambientais		Atributos						Elegibilidade
C.3.04 Infraestrutura física e social	I.3.04 Impactos Potenciais na Infraestrutura Física e Social	10.01 Interferências com redes de utilidades públicas	-	B	AID	TR	I	TA	NÃO
		10.02 Interferências com planos de expansão de redes de utilidades públicas	-	B	AID	TR	I	C	NÃO
		10.03 Relocação de equipamentos públicos sociais	-	B	ADA	TR	CP	C	NÃO
		10.04 Alteração dos perímetros de atendimento dos equipamentos públicos locais	-	B	AID	I	I	P	SIM
		10.05 Melhoria no padrão de acesso a equipamentos públicos de importância metropolitana	+	A	R	I	I	P	SIM
		10.06 Alteração do padrão de acesso a equipamentos públicos durante a construção	-	M	ADA; AID	TR	I	TA	NÃO
C.3.05 Qualidade de vida	I.3.05 Impactos Potenciais na Qualidade de Vida da População	11.01 Mobilização social durante as etapas de planejamento e implantação	+	A	R	I	I	P	SIM
		11.02 Aumento dos níveis de ruído e vibração durante a construção	-	M	AID	TR	I	C	NÃO
		11.03 Interrupções de tráfego local durante a construção	-	B	AID	TR	I	C	NÃO
		11.04 Interrupções de serviços públicos durante a construção	-	B	AID	TR	I	TA	NÃO
		11.05 Desapropriação	-	A	ADA	I	CP	P	SIM
		11.06 Relocação de Moradias	+ -	M; A	ADA; ADA	I; I	CP; I	P; P	SIM
		11.07 Aumento dos níveis de ruído durante a operação	-	M	AID	PR	I	P	SIM
		11.8 Alterações localizadas nas relações sociais entre comunidades de áreas urbanas consolidadas	-	M	AID	PR	CP	P	SIM
		11.09 Alterações na paisagem	+ -	M; A	AID; AID	I; I	MP; I	P; P	SIM

Componente	Impactos Ambientais		Atributos						Elegibilidade
		11.10 Redução dos tempos de viagem de passageiros	+	B	R	PR	I	P	SIM
		11.11 Aumento das opções de emprego para a população motorizada	+	B	R	PR	CP	P	SIM
C.3.06 Finanças Públicas	I.3.06 Impactos nas Finanças Públicas	12.01 Aumento nas receitas fiscais durante a construção	+	B	D	I	I	TA	SIM
		12.02 Aumento nas receitas fiscais durante a operação	+	B	D	I	CP	P	SIM
		12.03 Impactos nos níveis de investimento privado	+	M	AII	I	MP	P	SIM
		12.04 Aumento das demandas por infraestrutura física e social	-	B	AID	TR	I	TA	NÃO
C.03.07 Patrimônio Arqueológico, Histórico e Cultural	I.3.07 Impactos Potenciais sobre o Patrimônio Arqueológico e Cultural	13.01 Interferência com o patrimônio arqueológico, histórico e cultural	+	B	ADA	PR	I	TA	NÃO

Legenda:

V: vetor	- = negativo	+ = positivo			
I: intensidade	B = baixa	M = média	A = alta		
A: Abrangência Geográfica	ADA = Área Diretamente Afetada	AID = Área Influência Direta	AII = Área de Influência Indireta	R = Regional	D = Difusa
R: Reversibilidade	TR = totalmente reversível	PR = parcialmente reversível	I = irreversível		
I: Tempo de indução	I = imediato	CP = curto prazo	MP = médio prazo	LP = longo prazo	
P: Tempo de permanência	TA = termina ao fim da ação	C = curta	L = longa	P = permanente	

APÊNDICE B

PROGRAMAS AMBIENTAIS E MEDIDAS PREVENTIVAS, MITIGADORAS OU COMPENSATÓRIAS

P1 - Fase Pré Construtiva		
PROGRAMA		MEDIDAS
P1.01	Programa de Estruturação Institucional para Gestão Socioambiental do Rodoanel	M1.01.01 Instituição do Conselho de Apoio à Implantação
		M1.01.02 Estruturação da DERSA para Gestão Social e Ambiental
		M1.01.03 Gestão de Orçamento Ambiental
P1.02	Programa de Detalhamento do Projeto de Engenharia para Atender as Condições Ambientais	M1.02.01 Otimização do Balanço de Materiais por Subtrecho
		M1.02.02 Minimização das Necessidades de Substituição de Solos
		M1.02.03 Minimização das Interferências com Fluxos Transversais de Veículos e Pedestres
		M1.02.04 Estudos para Adequação do Projeto Visando à Mitigação de Ruído em Receptores Críticos
		M1.02.05 Previsão de Tubos-camisa para Passagens de Utilidades Públicas
		M1.02.06 Adequação do Projeto Executivo de Drenagem
		M1.02.07 Planejamento das Travessias de Fauna
		M1.02.08 Planejamento dos Locais para Implantação de Caixas de Contenção de Vazamentos
		M1.02.09 Levantamento de Passivos Ambientais na Faixa de Domínio e Elaboração de Projetos de Recuperação
		M1.02.10 Planejamento dos Locais para Baias para Transbordo de Cargas de Veículos com Vazamentos
		M1.02.11 Posicionamento Estratégico de Retornos Operacionais

		M1.02.12	Planejamento de Barreiras Corta-fogo
		M1.02.13	Projetos de Remanejamento de Interferências
		M1.02.14	Planejamento de Desvios Provisórios Durante a Execução das Obras
		M1.02.15	Projetos de Relocação de Vias Locais e Acessos Privados
		M1.02.16	Avaliação de Propostas para a inserção do projeto na paisagem
P1.02.1	Subprograma de Gerenciamento de Áreas Contaminadas	-	-
P1.03	Programa de Licenciamento Ambiental Complementar das Obras	M1.03.01	Programa Antecipada de Gestões de Licenciamento
		M1.03.02	Estudos e levantamentos necessários às licenças e autorizações
		M1.03.03	Acompanhamento das Gestões de Licenciamento sob Responsabilidade das Construtoras Contratadas
P1.04	Programa de Incorporação de Condições Ambientais nos Editais de Contratação de Obra	M1.04.01	Incorporação de critérios ambientais no planejamento dos Lotes para contratação de obras
		M1.04.02	Inclusão de Instrução de Controle Ambiental das Obras em anexo aos editais de licitação
		M1.04.03	Inclusão de descrição dos procedimentos de Gestão Ambiental nos editais de licitação
		M1.04.04	Incorporação de dispositivos de controle de impacto nas planilhas de quantidades dos Editais
		M1.04.05	Especificação das responsabilidades no atendimento a emergências ambientais durante a construção
		M1.04.06	Código de Posturas para os trabalhadores
		M1.04.07	Definição de exigências técnicas e organizacionais para as atividades de Gestão Ambiental sob responsabilidade das construtoras
P1.05	Programa de Comunicação Social Prévia	M1.05.01	Divulgação Geral do Empreendimento
		M1.05.02	Captação e Atendimento a Consultas e Reclamações
		M1.05.03	Operacionalização de Centros de Informação

P2 - Fase Durante a Construção		
Programa		Medidas
P2.01	Programa de Planejamento Ambiental Contínuo da Construção	M2.01.01 Controle da liberação das frentes de obra
		M2.01.02 Projeto de Drenagem Provisória
		M2.01.03 Análise de Planos Ambientais de Construção
		M2.01.04 Cadastramento ambiental e homologação de fornecedores e prestadores de serviços de apoio à construção
		M2.01.05 Programação conjunta das atividades da obra
		M2.01.06 Planejamento de desvios provisórios durante a execução de obras
		M2.01.07 Controle das atividades de supressão de vegetação
		M2.01.08 Procedimentos para planejamento, implantação, remoção e recuperação de acessos provisórios e estradas de serviço em áreas de várzea
		M2.01.09 Controle da destinação do material excedente
P2.01.01	Subprograma de Mobilização e Desmobilização de Mão-de-obra	— —
P2.02	Programa de Adequação Ambiental de Procedimentos Construtivos	ICA 00
		M2.02.01 Controle de poluição, organização e limpeza
		M2.02.02 Medidas de controle das atividades de limpeza e supressão de vegetação
		M2.02.03 Medidas de sinalização de obra
		M2.02.04 Procedimentos de desativação e recuperação
		M2.02.05 Cadastro de Edificações Lindeiras
P2.03		M2.03.01 Planejamento e Controle Ambiental das Obras

	Programa de Operacionalização de Sistemas de Gestão Ambiental pelas Construtoras Contratadas	M2.03.02	Treinamento Ambiental da Mão-de-obra
		M2.03.03	Licenciamento Ambiental de Instalações Administrativas e Industriais
P2.04	Programa de Supervisão e Monitoramento Ambiental da Construção		
P2.04.1	Subprograma de Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais		
P2.04.2	Subprograma de Monitoramento da Qualidade das Águas Subterrâneas		
P2.04.3	Subprograma de Monitoramento de Material Particulado em Receptores Críticos		
P2.04.4	Subprograma de Monitoramento de Ruído nas Frentes de Obra e em Receptores Críticos		
P2.04.5	Subprograma de Monitoramento de Vibração		
P2.04.6	Subprograma de Minimização das Interferências nas Relações e Fluxos entre Bairros		
P2.04.7	Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS)		
			Elaboração do PISST
			Estruturação Organizacional para Gestão da Saúde Ocupacional e Segurança do Trabalho
			Inspeções de Segurança (Auto-Monitoramento)
			Inspeções em Subcontratadas
			Auditoria Periódica de Instalações
			Funcionamento do SESMT e da CIPA
			Operacionalização do PPRA
P2.05	Programa de Gestão da Saúde Ocupacional e Segurança	-	Operacionalização do PCMSO
			Operacionalização do PCMAT
			Reuniões de Avaliação
			Reuniões de Auditoria Interna
			Análise Previsionista de Tarefas
			Elaboração, Revisão e Aprimoramento dos PTS
			Treinamento em Saúde e Segurança do Trabalho
			Manejo de Não-Conformidades
			Investigação de Acidentes

		Estatísticas de Acidentes	
		Elaboração dos Relatórios do Programa	
P2.06	Programa de Atendimento a Emergências Ambientais Durante a Construção	H1	Escorregamentos de grandes proporções, com risco de instabilização de encostas com ocupação antrópica;
		H2	Escorregamento de grandes proporções com assoreamento de cursos d'água e perda de vegetação fora dos limites autorizados;
		H3	Vazamento de produtos perigosos sobre cursos d'água e em áreas urbanas;
		H4	Acidentes envolvendo o transporte e uso de explosivos;
		H5	Incêndios florestais
P2.07	Programa de Planejamento e Controle Ambiental de Desativação e/ou Interrupção Temporária de Frentes de Obra	M2.07.01	Desmobilização Temporária de Obras
		M2.07.02	Comunicação Social Durante o Período de Paralisação
P2.08	Programa de Gerenciamento de Desapropriações e Indenizações	M2.08.01	Operacionalização da Gestão do Programa
		M2.08.02	Realização do Cadastro Físico e Laudos de Avaliação
		M2.08.03	Gerenciamento dos processos judiciais para imissão de posse e adjudicação das propriedades
P2.09	Programa de Compensação Social e Reassentamento Involuntário	M2.09.01	Operacionalização da Gestão do Programa
		M2.09.02	Realização do Cadastro Social
		M2.09.03	Elaboração do Plano de Reassentamento
		M2.09.04	Implantação do Plano de Reassentamento
		M2.09.05	Monitoramento da Reinserção Social da População Reassentada
P2.10	Programa de Prospecção, Resgate Arqueológico e Preservação do Patrimônio Arqueológico, Histórico e Cultural	Modulo 1	Prospecções intensivas e avaliação do patrimônio arqueológico e histórico-cultural
		Modulo 2	Resgate e curadoria de materiais arqueológicos
		Modulo 3	Monitoramento arqueológico
		Modulo 4	Educação patrimonial e inclusão social da arqueoinformação
P2.11	Programa de Atendimento aos Termos de Compromisso de Recuperação Ambiental	-	-
P2.11.1	Subprograma de Execução dos Plantios Compensatórios e outras Práticas de Restauração Florestal	-	-
P2.11.2	Subprograma de Apoio a Projetos de Restauração Florestal	-	-
P2.11.3	Subprograma de Ampliação de Áreas Protegidas	-	-

P2.11.4	Subprograma de Recuperação de Corpos Hídricos Urbanos	-	-
P2.12	Programa de Comunicação Social na Construção	M2.12.01	Divulgação Geral do Empreendimento
		M2.12.02	Captação e Atendimento a Consultas e Reclamações
		M2.12.03	Operacionalização de Centros de Informação
P2.13	Programa de Apoio a Unidades de Conservação	M2.13.01	Apoio à Gestão das UC de Proteção Integral existentes na AII
		M2.13.02	Apoio à implantação de Parques Municipais localizados na Área de Entorno
		M2.13.03	Apoio a Unidades de Conservação
P2.14	Programa de Conservação de Flora e Fauna	P2.14.1	Subprograma de Resgate de Flora durante a Construção
		P2.14.2	Subprograma de Afugentamento e Resgate de Fauna durante a Construção
		P2.14.3	Subprograma de Monitoramento de Animais Domésticos durante a Construção
		P2.14.4	Subprograma de Planejamento e Monitoramento das Travessias de Fauna
P2.15	Programa de Relações com as Prefeituras Municipais Durante a Construção	M2.15.01	Avaliação das Medidas Mitigadoras e Compensatórias propostas na LP
		M2.15.02	Avaliação das demandas de articulação com as prefeituras decorrentes dos demais Programas Socioambientais
		M2.15.03	Concepção das Estratégias de Implementação das Ações
		M2.15.04	Negociação com as Prefeituras Municipais
		M2.15.05	Articulação de ações de apoio à etapa de construção
		M2.15.06	Estudo de tráfego no sistema viário municipal e adequações necessárias para operação
		M2.15.07	Estudos de intervenções para adequada inserção urbana
P2.16	Monitoramento Florestal e de Fauna em Áreas Adjacentes ao Empreendimento	-	-
P2.16.1	Subprograma de Monitoramento Florestal em Áreas Adjacentes ao Empreendimento	-	-
P2.16.2	Subprograma de Monitoramento de Fauna em Áreas Adjacentes ao Empreendimento	-	-
P2.17	Programa de Monitoramento Direcionado para as Populações de Bugios (<i>Alouatta clamitans</i>)	-	-

P3 - Fase de Operação		
PROGRAMA		MEDIDAS
P3.01	Programa de Supervisão Ambiental da Operação	M3.01.01 Acompanhamento do cumprimento de todas as exigências vinculadas à Licença de Operação
		M3.01.02 Avaliação contínua do desempenho ambiental da operação
P3.02	Programa de Gestão Ambiental da Operação	M3.02.01 Inventário periódico e gerenciamento de passivos ambientais
		M3.02.02 Controle de cargas difusas
		M3.02.03 Plano de Gestão de Resíduos
		M3.02.04 Manutenção da forração vegetal e paisagismo na faixa de domínio
P3.03	Programa de Monitoramento Ambiental da Operação	M3.03.01 Monitoramento de cargas difusas
		M3.03.02 Monitoramento de ruído durante a operação
		M3.03.03 Monitoramento da qualidade do ar
		M3.03.04 Monitoramento continuado de plantios fora da faixa de domínio
		M3.03.05 Monitoramento de fauna durante a operação
		M3.03.06 Monitoramento de tráfego
		M3.03.07 Monitoramento de fluxos de pedestres
P3.04	Programa de Segurança do Trabalho e Saúde Ocupacional na Operação	M3.04.01 Incorporação das atividades de operação no Plano de Trabalho do SESMT

		M3.04.02	Incorporação das atividades de operação no Plano de Trabalho da CIPA
		M3.04.03	Incorporação do pessoal contratado para operação no PCMSO
		M3.04.04	Elaboração de PPRA específico para a operação
		M3.04.05	Supervisão da conformidade de prestadores de serviços que apoiarão a operação da rodovia com a legislação de segurança do trabalho e saúde ocupacional
P3.05	Programa de Atendimento a Emergências Ambientais Durante a Operação	M3.05.01	Plano de Ação de Emergência e Programa de Gerenciamento de Riscos para acidentes com produtos perigosos
		M3.05.02	Plano de Contingência para Combate a Incêndio
P3.06	Programa de Relações com as Comunidades Lindeiras Durante a Operação	M3.06.01	Comunicação social durante a operação
		M3.06.02	Atendimento à consultas e reclamações
		M3.06.03	Educação Ambiental
P3.07	Programa de Apoio à Proteção e Recuperação de Mananciais Durante a Operação	M3.07.01	Monitoramento de usos lindeiros e apoio à fiscalização
		M3.07.02	Análise e avaliação de requerimento de acessos
P3.08	Programa de Reforço da Capacidade do Sistema Viário Local	M3.08.01	Monitoramento do tráfego no sistema viário local
P3.09	Programa de Apoio à Proteção e Recuperação de Mananciais Durante a Operação		

APÊNDICE C

CRITÉRIOS, INDICADORES E MÉTRICAS - ENVISION

Categorias	Temas	CrITÉrio	Objetivo	Métrica
Qualidade de Vida	Propósito	QL 1.1 Melhorar a Qualidade de Vida da Comunidade	Melhorar a qualidade de vida resultante de todas as comunidades afetadas pelo projeto e mitigar os impactos negativos sobre as mesmas.	Medidas usadas para avaliar as necessidades comunitárias e a melhora da qualidade de vida, minimizando os impactos negativos.
		QL 1.2 Estimular o Crescimento e o Desenvolvimento Sustentável	Apoiar e estimular o crescimento e desenvolvimento sustentável, incluindo melhoras em criação de trabalho, desenvolvimento de capacidade, produção, atratividade empresarial e habitabilidade.	Avaliação dos impactos do projeto no crescimento e desenvolvimento econômico sustentável da comunidade.
		QL 1.3 Desenvolver as Capacidades e Habilidades Locais.	Expandir o conhecimento, competências e a capacidade da mão-de-obra da comunidade em melhorar sua habilidade em crescer e se desenvolver.	O grau no qual o projeto irá melhorar o nível, as habilidades diversas e as capacidades do emprego local.
	Comunidade	QL 2.1 Melhorar a saúde pública e segurança	Levar em consideração as implicações na saúde e segurança do uso de novos materiais, tecnologias ou metodologias para além de cumprir os requisitos locais.	Esforços para exceder os requisitos de saúde e segurança, levando em consideração os riscos adicionais na aplicação de novas tecnologias, materiais e metodologias.
		QL 2.2 Minimizar o Ruído e as Vibrações	Minimizar ruídos e vibrações gerados durante a construção e operação do projeto final para manter e melhorar a habitabilidade da comunidade.	O nível nos quais ruídos e vibrações será reduzido durante a construção e a operação do projeto.
		QL 2.3 Minimizar a Poluição Luminosa	Prevenir o brilho excessivo, luz durante a noite e luz direcionada ao céu para conservar energia e reduzir o ofuscamento.	A que nível a iluminação atende a regulação mínima de segurança, mas não se propaga em áreas além dos limites do terreno, nem cria brilho obstrutivo e perturbador.
		QL 2.4 Melhorar o Acesso e a Mobilidade da Comunidade	Local, criar e construir o projeto de forma que facilite a congestão do tráfego, melhore o acesso e a mobilidade, previna o crescimento urbano desordenado e promova, pelo contrário, uma melhora na habitabilidade da comunidade.	Nível no qual o projeto melhora o acesso e a caminhabilidade, redução nas horas comutadas e horários cruzados para instalações existentes e transporte. Melhora no uso seguro considerando todos os modos de transporte (ex. Veículo pessoal, comercial, trânsito, bicicleta e pedestre).

Categorias	Temas	Critério	Objetivo	Métrica
Qualidade de Vida		QL 2.5 Incentivar Modos Alternativos de Transporte	Melhorar a acessibilidade de transporte não motorizado e de transporte público. Promover transportes alternativos e reduzir o congestionamento.	O nível no qual o projeto tem aumentado a caminhabilidade, uso do transporte público e transporte não motorizado.
		QL 2.6 Melhorar a Acessibilidade, a Segurança e a Sinalização de Obras.	Melhorar a acessibilidade, segurança e a sinalização de caminhos do usuário no local do projeto e seus arredores.	Clareza, simplicidade, legibilidade e confiança geral da população na sinalização de caminhos, benefício do usuário e proteção.
	Bem-estar	QL 3.1 Preservar os Recursos Históricos e Culturais	Preservar ou restaurar sítios históricos e culturais significantes e recursos relacionados para melhorar recursos culturais comunitários.	Sumário de passos tomados para identificar, preservar ou restaurar patrimônios culturais.
		QL 3.2 Preservar as Vistas e o Caráter Local	Criar o projeto de forma a manter o caráter local da comunidade e não impactar negativamente nas vistas da comunidade.	Profundidade dos esforços em identificar vistas importantes da comunidade e aspectos da paisagem local, incluindo comunidades e incorporando-as no design do projeto.
		QL 3.3 Melhorar o Espaço Público	Melhorar os espaços públicos incluindo parques, praças, instalações recreativas, ou refúgios de vida selvagem para melhorar a habitabilidade da comunidade.	Planos e compromimentos em preservar, conservar, melhorar e/ou restaurar os elementos definidores do espaço público.
		QL 4.1- Identificar e abordar as necessidades das mulheres e comunidades diversas (indígenas ou afrodescendentes)	Melhorar a qualidade de vida das mulheres e dos diversos grupos que vivem nas comunidades do entorno do projeto e mitigar potenciais impactos negativos.	As medidas tomadas para avaliar as necessidades das mulheres e das diversas comunidades e melhorar a sua qualidade de vida.
		QL 4.2 - Estimular e Promover a Capacitação Econômica das Mulheres	Promover a capacitação econômica das mulheres através de meios de subsistência sustentáveis, aquisições locais, criação de emprego, capacitação e programas de treinamento.	Avaliação do impacto do projeto nos meios de subsistência e capacidades das mulheres.
		QL 4.3 - Melhorar o Acesso e a Mobilidade das Mulheres e Comunidades Diversas (Povos Indígenas ou Afrodescendentes)	Localizar, projetar, e construir o projeto compreendendo os vários padrões e necessidades de mobilidade dos diferentes grupos sociais.	O nível em que o projeto melhora o acesso, mobilidade e segurança das mulheres e diversos grupos.

Categorias	Tema	Crítério	Objetivo	Métrica
Liderança	Colaboração	LD 1.1 Proporcionar Compromisso e Liderança Efetivos	Proporcionar compromisso e liderança efetivos para atingir metas de sustentabilidade do projeto.	Demonstração de compromisso significativo do proprietário e da equipe de projeto aos princípios de sustentabilidade e melhora no desempenho sustentável.
		LD 1.2 Estabelecer um Sistema de Gerenciamento Sustentável	Criar um sistema de gerenciamento de projeto que possa gerenciar o escopo, a escala e a complexidade de um desempenho sustentável.	As políticas organizacionais, autoridades, mecanismos e processos de negócios que têm sido postos em prática e que o julgamento que eles são suficientes para o escopo, escala e complexidade do projeto, levando em consideração os impactos ambientais, sociais e de governança.
		LD 1.3 Promover a Colaboração e o Trabalho em Equipe	Eliminar elementos de projeto conflitantes e otimizar o sistema usando metodologias de projeto e entrega integrados e processos colaborativos. Isso vai exigir não apenas a equipe de construção, mas as diferentes partes envolvidas, proprietário, gerente de projeto, entre outros.	O nível da colaboração dentro da equipe de projeto e o grau no qual o processo de entrega do projeto incorpora sistemas de projeto completos e abordagens de entrega.
		LD 1.4 Proporcionar a Participação das Partes Interessadas	Estabelecer programas sólidos e significantes para identificação, engajamento e participação das partes interessadas nas decisões do projeto.	O nível no qual as partes interessadas do projeto são identificadas e engajadas nas decisões do projeto.
	Gerenciamento	LD 2.1 Buscar Oportunidades de Sinergia nos Subprodutos	Reduzir o desperdício, melhorar o desempenho do projeto e reduzir os custos do projeto identificando e procurando oportunidades para utilizar subprodutos indesejados ou materiais descartados e recursos de operações próximas.	O nível no qual a equipe de projeto identificou as necessidades dos materiais do projeto, procurou nas instalações próximas recursos de subprodutos que poderiam atender a estas necessidades e captou oportunidades de sinergias.
		LD 2.2 Melhorar a Integração das Infraestruturas	Criar o projeto levando em consideração as relações operacionais entre outros elementos da infraestrutura da comunidade, resultando em uma melhora geral da eficiência e eficácia da estrutura.	A que nível o design do projeto integra-se com a infraestrutura existente e planejada da comunidade e resulta em uma melhora final na eficiência e eficácia.

Liderança	Planejamento	LD 3.1 Planejar Monitoramento e Manutenção a Longo Prazo	Pôr em prática planos e recursos suficientes para assegurar, de forma prática, que a proteção ecológica, mitigação e medidas de melhoria sejam incorporadas ao projeto e possam ser efetivadas.	Compreensão e detalhe dos planos de monitoramento e manutenção a longo prazo e do comprometimento dos recursos no financiamento das atividades.
		LD 3.2 Abordar Regulamentos e Políticas Conflitantes	Trabalhar com oficiais para identificar e abordar leis, normas, regulamentos ou políticas que podem, involuntariamente, criar barreiras na implementação de infraestruturas sustentáveis.	Esforços para identificar e mudar leis, normas, regulamentos e/ou políticas que podem, involuntariamente, entrar em contradição com as metas, objetivos e práticas sustentáveis.
		LD 3.3 Estender a Vida Útil	Estender a vida útil de um projeto desenhando-o de uma forma que resulte em um projeto completo que seja mais durável, flexível e resiliente.	A que nível a equipe de projeto incorpora o pensamento completo de ciclo de vida à melhora da durabilidade, flexibilidade e resiliência do projeto.

Categorias	Tema	Crítério	Objetivo	Métrica
Alocação de Recursos	Materiais	RA 1.1 Reduzir a Energia Final Incorporada	Conservar energia reduzindo a energia final incorporada dos materiais do projeto durante a vida do projeto.	Porcentagem da redução da energia final incorporada da avaliação do ciclo de vida.
		RA 1.2 Apoiar Práticas de Aquisições Sustentáveis	Obtenção de materiais e equipamentos de fabricantes e fornecedores que implementam práticas sustentáveis.	Porcentagem dos materiais adquiridos de fabricantes que atendam aos requisitos de uma prática sustentável.
		RA 1.3 Usar Materiais Reciclados	Reduzir o uso de materiais virgens e evitar enviar materiais utilizáveis para aterros, através da especificação de materiais reutilizáveis, incluindo estruturas e materiais com conteúdo reciclável.	Porcentagem dos materiais de projeto que são reusados ou reciclados.
		RA 1.4 Utilizar Materiais Regionais	Minimizar os custos e os impactos de transporte e manter os benefícios regionais através da especificação de fontes locais.	Porcentagem dos materiais do projeto por tipo e peso ou volume encontrados dentro de uma requerida distância.
		RA 1.5 Desviar Resíduos dos Aterros Sanitários	Reduzir o gasto e desviar o fluxo de resíduos dos aterros sanitários.	Porcentagem total dos resíduos desviados da eliminação.
		RA 1.6 Reduzir o Trajeto dos Materiais Escavados	Minimizar o movimento do solo e outros materiais escavados fora do local da obra, a fim de reduzir o transporte e os impactos ao meio ambiente.	Porcentagem de materiais escavados mantidos no local.

Alocação de Recursos	Energia	RA 1.7 Prever Desconstrução e Reciclagem	Encorajar a futura reciclagem, up-cycling, e reuso através de um projeto de desmontagem fácil e eficiente no fim da vida útil do projeto.	Percentagem dos componentes que podem ser facilmente separados para desmontagem e desconstrução.
		RA 2.1 Reduzir o Consumo de Energia	Conservar energia reduzindo o consumo geral de energia de operação e manutenção durante a vida do projeto.	Percentagem das reduções alcançadas.
		RA 2.2 Usar Energias Renováveis	Atender as necessidades energéticas através de fontes de energias renováveis.	Nível no qual os recursos de energia renovável são incorporados ao projeto.
		RA 2.3 Estabelecer e Monitorar os Sistemas de Energia	Assegurar o funcionamento eficiente e vida útil extensa especificando o comissionamento e a monitoração do desempenho do sistema de energia.	Comissionamento terceirizado de sistemas elétricos/mecânicos e documentação do sistema monitorando o equipamento no projeto.
	Água	RA 3.1 Proteger a Disponibilidade de Água Doce	Reduzir o impacto na disponibilidade, quantidade e qualidade de água doce.	A extração de água como uma função dos recursos de água disponíveis, e o nível no qual o projeto usa recursos de água doce e reabastece-os em sua fonte.
		RA 3.2 Reduzir o Consumo de Água Potável	Reduzir o consumo geral de água potável e encorajar o uso de água cinzenta, água reciclada e águas pluviais para atender as necessidades por água.	Percentagem da redução do uso de água.
		RA 3.3 Monitorar os Sistemas de Água	Implementar programas para monitoramento de desempenho do sistema de água e seus impactos no recebimento de água.	Documentação dos sistemas de monitoração do projeto.

Categorias	Critério		Objetivo	Métrica
Mundo Natural	Localização	NW 1.1 Preservar os Habitats Nobres	Evitar implantar o projeto - e o do terreno da construção - em locais que foram identificados como de alto valor ecológico.	Evitar habitats de alto valor ecológico e estabelecimentos de zonas de proteção.
		NW 1.2 Preservar os Pântanos e as Águas Superficiais	Proteger, amortecer, melhorar e restaurar áreas designadas como pântanos, zonas ribeirinhas e corpos d'água fornecendo zonas de projeção natural, vegetação e zonas de proteção de solo.	O tamanho da zona de proteção estabelecida ao redor de todos os pântanos, zonas ribeirinhas e corpos d'água.

Mundo Natural	Localização	NW 1.3 Preservar Terras de Alto Valor de Cultivo	Identificar e proteger solos designados como terras agrícolas nobres, áreas agrícolas singulares ou de importância nacional.	Percentagem de terras agrícolas nobres evitadas durante o desenvolvimento.
		NW 1.4 Evitar Zonas de Geologia Adversa	Evitar desenvolvimento em formações geológicas adversas e salvaguardar aquíferos, para reduzir riscos naturais e preservar os recursos hídricos subterrâneos de alta qualidade.	Nível no qual riscos naturais e aquíferos sensíveis são evitados e funções geológicas são mantidas.
		NW 1.5 Preservar Funções de Várzeas	Preservar várzeas, incluindo zonas ribeirinhas, limitando o desenvolvimento e seus impactos para manter as capacidades e competências da gerencia de água e mitigar contra os impactos da mudança climática.	Esforços para evitar várzeas ou manter o desenvolvimento prévio das mesmas.
		NW 1.6 Evitar a Construção Inadequada em Encostas Íngremes	Proteger encostas íngremes de construções inapropriadas e inadequadas a fim de evitar exposições e riscos de erosões, deslizamento de terras e outros perigos naturais.	Nível no qual o desenvolvimento em encostas íngremes é evitado ou no qual a erosão é controlada e outras medidas usadas para proteger o projeto final assim como outras estruturas de baixo declive.
		NW 1.7 Preservar <i>Greenfields</i>	Conservar terras verdes não desenvolvidas (greenfields) locando os projetos em terrenos já desenvolvidos (greyfields), e/ou em terrenos contaminados classificados como brownfields.	Percentagem do terreno equivalente à área greyfield ou o uso e limpeza de terrenos classificados como brownfields.
	Terra e Água	NW 2.1 Gerenciar Águas Pluviais	Minimizar o impacto da infraestrutura na quantidade e na qualidade do escoamento das águas pluviais.	Capacidade de infiltração e evapotranspiração do terreno e o retorno das capacidades predesenvolvidas através de medidas de desenvolvimento de baixo impacto (DBI*).
		NW 2.2 Reduzir o Impacto de Pesticidas e Fertilizantes	Reduzir fontes não pontuais de poluição reduzindo a quantidade, toxicidade, biodisponibilidade e persistência de pesticidas e fertilizantes, ou através da eliminação da necessidade do uso desses materiais.	Esforços feitos para reduzir a quantidade, toxicidade, biodisponibilidade e persistência de pesticidas e fertilizantes usados no terreno, incluindo a seleção de espécies de plantas e o uso de técnicas de gestão integrada de pragas.

Mundo Natural	Biodiversidade	NW 2.3 Prevenir a Contaminação das Águas Superficiais e Subterrâneas	Preservar os recursos de água doce incorporando medidas para prevenir poluentes de contaminar águas superficiais e subterrâneas e monitorar os impactos das operações.	Programas do projeto instituídos para prevenir e monitorar a contaminação das águas superficiais e subterrâneas.
		NW 3.1 Preservar a Biodiversidade das Espécies	Proteger a biodiversidade preservando e restaurando espécies e habitats.	Nível de proteção do habitat.
		NW 3.2 Controlar Espécies Invasoras	Uso apropriado de espécies não invasivas e controle ou eliminação das espécies invasoras existentes.	Nível no qual as espécies invasoras têm sido reduzidas ou eliminadas.
		NW 3.3 Restaurar Solos Alterados	Restaurar solos que foram alterados durante a construção e desenvolvimentos prévios para trazer de volta as funções ecológicas e hidrológicas.	Porcentagem dos solos alterados restaurados.
		NW 3.4 Manter as Funções dos Pântanos e das Águas Superficiais	Manter e restaurar as funções de ecossistema de córregos, pântanos, corpos d'água e suas áreas ribeirinhas.	Número de funções mantidas e restauradas. As quatro funções avaliadas neste crédito são: conexão hidrológica, qualidade da água, habitat e transporte de sedimentos.

Categorias	Tema	Critério	Objetivo	Métrica
Clima e Risco	Emissão	CR 1.1 Reduzir a Emissão de Gases de Efeito Estufa	Conduzir uma análise detalhada do ciclo de vida do carbono e usar esta avaliação para reduzir a quantidade antecipada das emissões gerais dos gases de efeito estufa durante o ciclo de vida do projeto, reduzindo a contribuição do projeto nas mudanças climáticas.	Emissões equivalentes (Co2e) do ciclo de vida do dióxido de carbono.
		CR 1.2 Reduzir a Emissão de Poluentes Atmosféricos	Reduzir a emissão de seis critérios poluentes: partículas (incluindo poeira), ozônio troposférico, monóxido de carbono, óxidos de enxofre, óxidos de nitrogênio, e chumbo, assim como odores nocivos.	Medidas de poluidores atmosféricos comparados com os usados na norma.

Clima e Risco	Resiliência	CR 2.1 Avaliar as Ameaças Climáticas	Desenvolver uma Avaliação de Impactos Climáticos detalhada e plano de adaptação. Este plano inclui uma avaliação de vulnerabilidade, uma avaliação de riscos, bem como uma avaliação adaptação, e identifica os riscos e as respostas aos efeitos da mudança climática.	Sumário dos passos tomados na preparação para a alteração do clima e desastres naturais.
		CR 2.2 Evitar Riscos e Vulnerabilidades	Evitar riscos e vulnerabilidades que possam criar altos custos a longo prazo e riscos para as comunidades afetadas.	Avaliação de potenciais riscos a longo prazo, vulnerabilidades e riscos devido às mudanças a longo prazo assim como mudanças climáticas e o nível no qual estes foram resolvidos no design do projeto.
		CR 2.3 Preparar para Adaptação a Longo Prazo	Preparar sistemas de infraestrutura que sejam resilientes às consequências da mudança climática a longo prazo, que sejam capazes de desempenhar sua função adequadamente em condições climáticas alteradas, ou se adaptar a outras mudanças de cenário climático a longo prazo.	O nível no qual o projeto tem sido desenhado para resiliência e adaptação a longo prazo.
		CR 2.4 Preparar para Riscos a Curto Prazo	Aumentar a perspectiva de resiliência e recuperação a longo prazo do projeto, diminuindo os riscos a curto prazo induzidos pelo homem e pela natureza, ou riscos súbitos.	Passos tomados para melhorar as medidas de proteção além das regulações existentes.
		CR 2.5 Gerenciar os Efeitos de Ilhas de Calor	Minimizar superfícies com um alto índice de reflexão solar (SRI) para reduzir a acumulação de calor localizado e gerenciar microclimas.	Percentual do terreno que atende ao critério de índice de reflexão solar (SRI).

APÊNDICE D

FICHAS DE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO

Estrutura de Avaliação

FA-01.
Mobilidade e
Eficiência do
sistema

MOB-1.1. Alteração no Nível de Serviço (LOS)

Descrição curta do indicador	Grau de letra qualitativa das condições operacionais da rodovia de A (deslocamento sem restrição) a F (congestionamento grave)
Categoria	Congestionamento recorrente
O que mede?	Classifica, qualitativamente, as condições operacionais dentro de um fluxo de tráfego e as percepções dos motoristas sobre essas condições.
Como usar?	<p><i>Plano de Longo Prazo</i> - identificar a extensão geográfica e magnitude das necessidades de alívio de congestionamento em uma macro rede viária e utilizar como critério para determinar as necessidades de investimento. Recomenda-se a utilização de mapeamento por cores.</p> <p><i>Programa</i> - Usados para identificar segmentos de uma que exigem investimento (por exemplo, gargalos) e fornecem uma base para avaliar quais projetos reduzem mais o congestionamento e, portanto, quais devem ser priorizados para implantação.</p> <p><i>Avaliação Ambiental de Projetos</i> - Usado para comparar os benefícios relativos ao alívio de congestionamento das alternativas potenciais do projeto.</p>
Análise Preditiva?	Sim
Dados requeridos	Volume de tráfego, capacidade viária, velocidade, tempo de viagem
Relevância para a tomada de decisões	Alta, pois auxilia a priorização de investimentos.
Oportunidade de participação social	Baixa

Exemplos de medidas de desempenho	Descrição	Desagregação / Escala de análise	Unidade
<i>Porcentagem de vias não congestionadas durante o horário de pico</i>	Extensão de quilômetros de vias não congestionadas em relação à extensão total	<ul style="list-style-type: none"> • por corredor • por segmento 	%
<i>Porcentagem de quilômetros congestionados de rodovias ou corredores viários</i>	Extensão de quilômetros viários com baixo LOS (E e F) em dias úteis pela extensão total do trecho viário	<ul style="list-style-type: none"> • por área (urbana, rural) • por classe funcional • por período (horários de pico, por dia ou ano) 	%

Descrição curta do indicador	Número real de veículos que usam um segmento de rodovia em relação ao número de veículos para os quais ele foi projetado para lidar por um período de tempo fixo
Categoria	Congestionamento recorrente
O que mede?	<p>Permite compreender o comportamento do sistema viário, a fim de se prever os efeitos causados por modificações nas características da demanda e/ou da oferta do sistema de transportes, refletindo na qualidade da operação.</p> <p>Quanto menor o valor da relação, menor é o congestionamento. Valor 1 significa que a via opera no limite da capacidade.</p>
Como usar?	<p><i>Plano de Longo Prazo</i> - Usado para identificar a extensão geográfica e a magnitude das necessidades de alívio de congestionamento na malha rodoviária regional e/ou estadual, contribuindo para identificar necessidades de futuros investimentos. É interessante ser representado em mapa com diferenciação de cores.</p> <p><i>Programa</i> - Utilizados para identificar segmentos de um corredor que requerem investimento (por exemplo, gargalos) e fornecem uma base para avaliar quais projetos reduzem mais o congestionamento, ajudando nas decisões de programação para implantação de projetos a curto, médio e longo prazo.</p> <p><i>Avaliação Ambiental de Projetos</i> - Utilizada para comparar os benefícios relativos ao alívio de congestionamento de possíveis alternativas de projeto.</p> <p><i>Monitoramento</i> - Usado para confirmação dos resultados obtidos nos estudos preditivos, bem como atualizar a programação de implantação de projetos.</p>
Análise Preditiva?	Sim
Dados requeridos	Volume de tráfego, capacidade viária
Relevância para a tomada de decisões	Alta, pois auxilia a priorização de investimentos.
Oportunidade de participação social	Média, contribuindo para justificar investimentos às comunidades diretamente impactadas e aos beneficiários pelo futuro projeto.

Exemplos de medidas de desempenho	Descrição	Desagregação / Escala de análise	Unidade
<i>Percentual da distância percorrida por veículo que ocorre em vias com uma relação V / C superior a 0,8 (ou outro limite);</i>	Razão entre a extensão de um segmento de rodovia que possui uma relação V/C superior a determinado limite (e.g. 0,8) com um determinado segmento (ou sua totalidade) de rodovia.	<ul style="list-style-type: none"> • por classe funcional • por tipo de veículo • por região • por projeto 	%
<i>Alteração da relação V / C</i>	Diferença entre a relação V/C atual com o resultado do estudo preditivo tendencial ou de implantação de um determinado projeto	<ul style="list-style-type: none"> • por classe funcional • por trecho congestionado • por trecho de interesse • por período (horários de pico, por dia ou ano) 	Número decimal
<i>Porcentagem de km-rodovia operando sob capacidade excedente</i>	Razão entre a extensão de quilômetros operando sob determinados limites V / C pela extensão total da rodovia	<ul style="list-style-type: none"> • por período • por n horas por dia • por segmento rodoviário 	%

Descrição curta do indicador	Diferença entre o tempo de viagem real exigido pelo motorista para percorrer um segmento da rodovia e o tempo com fluxo irrestrito (ou seja, em velocidade representativa, com boas condições climáticas e sem interferência de tráfego) no mesmo segmento da rodovia.
Categoria	Tempo de viagem
O que mede?	Mede o tempo perdido (atraso) pelo motorista ou pela carga em função da baixa eficiência no sistema de transporte em um segmento de rodovia ou uma determinada rota, corredores ou regiões selecionadas.
Como usar?	<p><i>Plano de Longo Prazo</i> - Usado para identificar a extensão e magnitude das necessidades de alívio de congestionamento na rede de rodovias de uma região ou de um estado e subseqüentes necessidades de investimento em todo o estado.</p> <p><i>Programa</i> - Utilizados para identificar segmentos de um corredor que requerem investimento (por exemplo, gargalos) e fornecem uma base para avaliar quais projetos reduzem mais o atraso, bem como apoiar a seleção de projetos que proporcionam maior alívio de congestionamento.</p> <p><i>Avaliação Ambiental de Projeto</i> - Usada como justificativa do projeto (objetivo e necessidade de sua implantação) e para comparar os benefícios relativos ao alívio de congestionamento de possíveis alternativas do projeto.</p>
Análise Preditiva?	Sim. Utiliza-se de modelos de previsão de tempo de viagens, avaliando o cenário atual, tendencial e com os investimentos em transporte.
Dados requeridos	Volume de tráfego, velocidade e tempo de viagem
Relevância para a tomada de decisões	Alta, pois auxilia a priorização de investimentos, a partir dos custos e benefícios resultantes da eficiência do sistema. Tem, ainda, forte relação na qualidade de vida da população que utiliza o sistema de transporte rotineiramente.
Oportunidade de participação social	Alta, podendo ser utilizada como informação relevante para aceitação popular de um determinado projeto.

Exemplos de medidas de desempenho	Descrição	Desagregação / Escala de análise	Unidade
<i>Quantidade de tempo perdido devido a congestionamento</i>	Diferença entre o tempo de viagem real e o padrão definido para o tempo de viagem aceitável	<ul style="list-style-type: none"> por um determinado segmento de rodovia por veículo todos os veículos cumulativamente por veículo-km por tipo de veículo por período (dia, ano, nos horários de pico) entre centralidades por finalidade de transporte 	Minutos, horas
<i>Número de toneladas-km percorridas pelo nível de congestionamento</i>	Quantidade, em tonelada, de carga deslocada em uma distância de um quilômetro pelo nível de congestionamento	<ul style="list-style-type: none"> pelo nível de congestionamento por tipo de veículo (leves e pesados) por trecho viário por par de origem-destino por corredores de frete 	unidade
<i>Tempo perdido no transporte de carga</i>	Quantidade de tempo perdido no transporte de cargas	<ul style="list-style-type: none"> por tonelada-km por segmento viário por gargalos de frete 	minutos ou horas
<i>Porcentagem de quilômetros de rodovias congestionadas</i>	Quantidade média de quilômetros de rodovia que são congestionados recorrentemente em relação ao total de quilômetros de uma determinada rodovia ou malha rodoviária	<ul style="list-style-type: none"> por área (urbana, rural) por classe funcional (interestadual, intermunicipal, local, etc.). 	%
<i>Relação de extensão de fila de veículos com atrasos gerais</i>	Tempo adicional de percurso em função do comprimento de filas de veículos	<ul style="list-style-type: none"> por segmento rodoviário por região 	min / km
<i>Porcentagem de tempo em que a velocidade média está abaixo do valor limite da rodovia (ou de um determinado limite)</i>	Tempo em que a velocidade média está abaixo do valor limite em relação ao tempo total de análise	<ul style="list-style-type: none"> por período (e.g. dia, mês, horários de pico, etc.) por tipo de veículo por trecho par de origem-destino 	%

Média anual da extensão de vias congestionadas	Média aritmética mensal (dos dias úteis) da extensão de vias congestionadas nos horários de pico (manhã e tarde)	<ul style="list-style-type: none">• por região• por estado• por nível de congestionamento	km
Duração de congestionamento	Tempo médio de horas de tráfego congestionado	<ul style="list-style-type: none">• por período (dia, semana, mês, ano)• por classe funcional (rodoviários, vias coletoras ou arteriais)• por par de origem-destino	horas

Descrição curta do indicador	Tempo necessário para um motorista concluir uma viagem desde a origem até o destino.
Categoria	Tempo de viagem
O que mede?	Mede o tempo necessário para percorrer um ou mais segmentos da estrada. É um elemento primordial no cálculo de outras medidas de desempenho de transporte.
Como usar?	<p><i>Plano de Longo Prazo</i> - Usado para apresentar os impactos de grandes investimentos nos corredores principais para um público geral.</p> <p><i>Programa</i> - Usado para comparar os impactos dos projetos nos tempos de viagem necessários para rodovias de maior importância a nível estadual ou regional.</p> <p><i>Avaliação Ambiental de Projeto</i> - Usado para comparar os benefícios da redução no congestionamento relativos às alternativas potenciais de projeto.</p>
Análise Preditiva?	Sim. Utiliza-se de modelos de previsão de viagens e de volume de tráfego, avaliando o cenário atual, tendencial e com os investimentos em transporte.
Dados requeridos	Extensão da viagem, velocidade de viagem, volume de tráfego.
Relevância para a tomada de decisões	Alta, pois auxilia a priorização de investimentos, a partir dos custos e benefícios resultantes da eficiência do sistema.
Oportunidade de participação social	Baixa

Exemplos de medidas de desempenho	Descrição	Desagregação / Escala de análise	Unidade
Tempo médio ou total de viagem para um determinado par de origem-destino ou tipo de viagem, em um determinado período de tempo	Tempo necessário para viagens entre determinados fluxos de circulação. São exemplos de fluxos: a) circulação interna (origem-destino no interior de uma mesma região); b) transposição / geração de viagens (origem no interior da região e destino para zonas de fora da região); transposição / atração de viagens (com origens de fora da região e destino para o interior) e transposição / passagem (origem e destino para fora da região)	<ul style="list-style-type: none"> • por tipo de fluxo • por tipo de veículo • por modo • per capita • por períodos • entre centralidades • por finalidade • por grupos • por empregados • por classe social 	Minutos, horas ou porcentagem

<i>Alteração da velocidade média de viagem</i>	Mede a fluidez do tráfego	<ul style="list-style-type: none">• por trecho viário• por par de origem-destino• por tipo de veículo (caminhão e veículos leves)• por corredores de frete	km/h
<i>Alteração no tempo de viagem de mercadorias para mercados essenciais</i>	Diferença entre o tempo de viagem no transporte de mercadorias em função de um projeto de transporte (ganho de tempo esperado)	<ul style="list-style-type: none">• par de origem-destino	minutos ou horas
<i>Tempo de viagem de instalações intermodais de mercadorias para instalações de rodovias</i>	Tempo necessário para viagens entre instalações intermodais até instalações de rodovias	<ul style="list-style-type: none">• por tipo de instalações intermodais• por tipo de mercadoria	minutos ou horas

Descrição curta do indicador	Alteração na relação do tempo de viagem real de uma viagem comparado ao tempo de viagem irrestrito.
Categoria	Tempo de viagem
O que mede?	<p>Geralmente focado em viagens de período de pico. É calculado como a razão do tempo de viagem real necessário para uma viagem e o tempo de viagem de fluxo livre ou desejado para aquela viagem. O tempo fluxo livre é o tempo necessário quando se viaja a uma velocidade representativa de boas condições climáticas e com densidade de tráfego baixa o suficiente para que não seja afetada pelas interações com outros veículos.</p> <p>Normalmente, os Índices de Tempo de Viagem são calculados por corredor viário para combinações comuns de origem-destino.</p>
Como usar?	<p><i>Plano de Longo Prazo</i> - Uma média dos índices de tempo de viagem entre instalações pode ser usada para entender as tendências de congestionamento ao longo do tempo ou para comparar regiões ou estados.</p> <p><i>Programa</i> - Usado para identificar instalações ou corredores que requerem investimento ou para comunicar um problema de mobilidade a um público geral. Pode ser usado para avaliar o impacto no nível do projeto.</p>
Análise Preditiva?	Sim. Utiliza-se de modelos de previsão de viagens e de volume de tráfego, avaliando o cenário atual, tendencial e com os investimentos em transporte.
Dados requeridos	Tempo de viagem congestionado, tempo de viagem de fluxo livre, extensão da viagem, velocidade de viagem.
Relevância para a tomada de decisões	Alta, pois auxilia a priorização de investimentos, a partir dos custos e benefícios resultantes da eficiência do sistema.
Oportunidade de participação social	Média

Exemplos de medidas de desempenho	Descrição	Desagregação / Escala de análise	Unidade
<i>Índice de mobilidade</i>	Quilômetro-pessoa de viagem dividido por quilômetros-veículo de viagem, vezes a velocidade média	<ul style="list-style-type: none"> por modo; por corredores de fretes importantes 	-

Descrição curta do indicador	Número de moradores ao alcance dos empregadores da região
Categoria	Acesso a recursos do mercado
O que mede?	A acessibilidade da força de trabalho permite calcular a mudança no tempo médio de viagem para os principais centros de emprego ou o percentual de trabalhadores dentro de um tempo definido de deslocamento dos centros de emprego.
Como usar?	<p><i>Plano de Longo Prazo</i> - Usado para avaliar um aspecto da competitividade econômica de uma região ou estado - a capacidade de fornecer uma reserva de trabalho suficiente para os empregadores.</p> <p><i>Programa</i> - Usados para identificar e comparar mudanças de acessibilidade de diferentes projetos ao longo de uma rota.</p> <p><i>Avaliação Ambiental de Projeto</i> - Usada para comparar alternativas potenciais.</p>
Análise Preditiva?	Sim. Geralmente, é estimado usando um modelo de previsão de viagens regionais no nível de análise de tráfego.
Dados requeridos	População e emprego por zona; tempos de viagem entre sub-regiões;
Relevância para a tomada de decisões	Alta, pois auxilia a priorização de investimentos.
Oportunidade de participação social	Média

Exemplos de medidas de desempenho	Descrição	Desagregação / Escala de análise	Unidade
<i>Mudança no tempo médio de viagem para os principais centros de emprego como resultado do projeto</i>	Diferença no tempo médio de viagem para as principais centralidades que oferecem empregos	<ul style="list-style-type: none"> por modo; por zona; 	minutos
<i>Variação no número (ou porcentagem) dos trabalhadores que podem alcançar seu local de trabalho ou centralidades com facilidade</i>	Diferença entre o número (ou porcentagem) dos trabalhadores que podem alcançar seu local de trabalho em até X (minutos ou quilômetros) de viagem, dividido pelo total de trabalhadores * 100	<ul style="list-style-type: none"> por modo; unidade geográfica (bairro, município, etc.) 	%
<i>Porcentagem de empregadores com</i>	Quantidade de empregadores em relação	<ul style="list-style-type: none"> por localidade (região) por setor empresarial 	%

dificuldades em acessar a oferta de mão de obra desejada devido ao transporte

ao total, que têm dificuldades em conseguir mão de obra desejada em função do álcool

- por qualificação da mão de obra

Descrição curta do indicador	Tempo ou distância média de viagem aos centros de mercado
Categoria	Acesso a recursos do mercado
O que mede?	Mede a alteração no tempo ou na distância média de viagem de uma região de interesse a centros de mercado
Como usar?	<p><i>Plano de Longo Prazo</i> - Usado para avaliar aspectos de competitividade econômica de uma região ou estado e a capacidade de induzir alterações no uso do solo regional.</p> <p><i>Programa</i> - Usados para identificar e comparar mudanças de acessibilidade de diferentes projetos ao longo de uma rota.</p> <p><i>Avaliação Ambiental de Projeto</i> - Usada para comparar alternativas potenciais para melhorar a acessibilidade a mercados.</p>
Análise Preditiva?	Sim. Geralmente, é estimado usando um modelo de previsão de viagens regionais.
Dados requeridos	Tempos de viagem entre sub-regiões; atraso recorrente; localização geográfica
Relevância para a tomada de decisões	Média, pois auxilia o planejamento de uso e ocupação do solo urbano.
Oportunidade de participação social	Média.

Exemplos de medidas de desempenho	Descrição	Desagregação / Escala de análise	Unidade
<i>Mudança no número de empresas de serviços e indústrias com acesso razoável a rodovias ou instalações ferroviárias de alta capacidade</i>	Diferença entre o número de empresa de serviços e indústrias com acesso de até X minutos (ou quilômetros) a sistema rodoviários ou ferroviários	<ul style="list-style-type: none"> por zona por município por região ou estado 	número de empresas por período
<i>Mudança na população dentro de um tempo de viagem razoável para importantes centros de mercado</i>	Mudança na população dentro de X (15, 30 ou 45) minutos de tempo de viagem para importantes centros de mercado como resultado do projeto	<ul style="list-style-type: none"> por zona por município por região ou estado por faixa etária por intervalo de tempo de percurso 	número da população
<i>Relação entre o tempo médio de viagem no transporte público pelo</i>	Relaciona o tempo médio de viagem entre o transporte público com o	<ul style="list-style-type: none"> entre o núcleo central de uma determinada região e os centros de mercado 	Número decimal

*tempo médio de viagem
por automóvel*

uso de automóvel,
mostrando a vantajosidade
do tipo de transporte a ser
escolhido

- por tipo de transporte público

Descrição curta do indicador	Quantidade de empregos dentro de um tempo de viagem razoável para a população de uma região
Categoria	Acesso a centros regionais
O que mede?	Mede a capacidade de conectar as pessoas aos seus empregos, com tempo de viagem razoável.
Como usar?	<p><i>Plano de Longo Prazo</i> - Usado para avaliar aspectos de competitividade econômica de uma região ou estado e a capacidade de induzir alterações no uso do solo regional em função da oferta de trabalho.</p> <p><i>Programa</i> - Usado para identificar e comparar mudanças de acessibilidade de diferentes projetos ao longo de um corredor.</p> <p><i>Avaliação Ambiental de Projeto</i> - Usada para comparar alternativas potenciais para melhorar a acessibilidade a zonas com oferta de empregos por comunidades específicas.</p>
Análise Preditiva?	Sim. Geralmente, é estimado usando um modelo de previsão de viagens regionais.
Dados requeridos	População e emprego por zona; tempos de viagem entre sub-regiões;
Relevância para a tomada de decisões	Alta, pois visa atender a demanda de acessibilidade à centros regionais e auxilia o planejamento de uso e ocupação do solo urbano.
Oportunidade de participação social	Alta, pois proporciona à população informações sobre os benefícios de acessibilidade proveniente do projeto de interesse.

Exemplos de medidas de desempenho	Descrição	Desagregação / Escala de análise	Unidade
<i>Porcentagem da população dentro de X minutos ou quilômetros do emprego</i>	Número de trabalhadores (ou moradores) de determinada zona que consegue alcançar seu emprego (ou determinado centro comercial) dentro de X minutos (e.g. 15, 30 ou 45 min), em relação ao total de trabalhadores (ou de moradores) da mesma região de análise	<ul style="list-style-type: none"> • por zona • por município • por região ou estado 	%
<i>Mudança no número (ou porcentagem) de empregos dentro do tempo (ou distância) de viagem</i>	Mudança no número (ou porcentagem) de postos de trabalho acessíveis dentro de X minutos (e.g. 15, 30 e	<ul style="list-style-type: none"> • por zona • por zonas agregadas • por região • por modo 	número ou %

<i>razoável para a população da região</i>	45 minutos) de tempo de viagem (ou de X metros de distância) dos centros populacionais	<ul style="list-style-type: none">• por classe social• por faixa de renda	
<i>Tempo médio para o deslocamento dos trabalhadores de seus domicílios aos locais de trabalho (movimentos pendulares)</i>	Alteração no tempo médio gasto no deslocamento entre a moradia e o local de trabalho	<ul style="list-style-type: none">• por modo• por tipo de transporte (coletivo e individual),• por classe social• por faixa de renda	minutos

Descrição curta do indicador	Tempo ou distância média de viagem para os destinos essenciais da região
Categoria	Acesso a centros regionais
O que mede?	Mede a acessibilidade aos destinos essenciais, como escolas, serviços de saúde, áreas recreacionais, etc.
Como usar?	<p><i>Plano de Longo Prazo</i> - Usado para diagnosticar deficiências de acessibilidade de uma região a destinos essenciais para a população.</p> <p><i>Programa</i> - Usado para identificar e comparar mudanças de acessibilidade de diferentes projetos ao longo de um corredor.</p> <p><i>Avaliação Ambiental de Projeto</i> - Usada para comparar alternativas potenciais para melhorar a acessibilidade a destinos considerados essenciais para a qualidade de vida da população.</p>
Análise Preditiva?	Sim. Geralmente, é estimado usando um modelo de previsão de viagens regionais.
Dados requeridos	População por zona; localização dos destinos essenciais; tempos de viagem;
Relevância para a tomada de decisões	Alta, pois visa atender a demanda de acessibilidade à centros regionais e auxilia o planejamento de uso e ocupação do solo urbano.
Oportunidade de participação social	Alta, pois proporciona à população informações sobre os benefícios de acessibilidade proveniente do projeto de interesse.

Exemplos de medidas de desempenho	Descrição	Desagregação / Escala de análise	Unidade
<i>Alteração no tempo médio de viagem para os destinos essenciais</i>	Alteração no tempo médio de viagem à destinos essenciais (como escolas / faculdades, serviços de saúde, espaços cívicos e públicos, recreação) provocada por um determinado projeto	<ul style="list-style-type: none">• por origem-destino• por modo• por zona• entre destinos• por tipo de destino	minutos ou horas
<i>Número médio de equipamentos públicos acessíveis dentro de X minutos por trânsito e automóvel</i>	Quantidade média de equipamentos públicos, considerados essenciais (escolas / faculdades, serviços de saúde, serviços sociais, etc.), que são acessíveis dentro de um	<ul style="list-style-type: none">• por modo• por unidade geográfica (bairro, município, etc.)• por região• por tipo de equipamento público	número

	período razoável (e.g. 15, 30 ou 45 min) por trânsito e automóvel		
<i>Porcentagem da população que pode alcançar convenientemente um destino específico</i>	Número de pessoas que podem alcançar um destino específico dentro de X minutos/horas, não mais do que a um raio Y de distância, em relação ao total da população	<ul style="list-style-type: none"> • por tipo de grupos • por classe social • por faixa de renda • por modo, unidade geográfica (bairro, município, etc.), • por centros comerciais • por tipo de transporte (coletivo e individual) 	%
<i>Porcentagem da população/domicílios dentro de X quilômetros (ou minutos) dos acessos ao sistema rodoviário</i>	Número total de pessoas/domicílios que podem alcançar os acessos de um sistema rodoviário em até X quilômetros (ou minutos) em relação ao total de pessoas	<ul style="list-style-type: none"> • por unidade geográfica 	%
<i>Facilidade de acesso a áreas verdes, de lazer ou recreação em áreas urbanas</i>	População residente com acesso a áreas verdes ou de lazer, dentro de um raio de X metros (e.g. 500m) das mesmas	<ul style="list-style-type: none"> • por modo • por bairro • por zona • por tipo/classe de área 	número
<i>Distância média de caminhada às escolas</i>	Média das maiores distâncias entre os limites da região e as escolas da mesma. Ou, quando houver disponibilidade de informação, este indicador pode ser medido pela distância média de caminhada dos alunos até as residências	<ul style="list-style-type: none"> • por zona • por bairro 	metros

Descrição curta do indicador	Ocorrências de acidentes de trânsito.
Categoria	Acidentes
O que mede?	Os acidentes de trânsito podem ser calculados para segmentos rodoviários, estradas, rotas, corredores ou regiões, tanto de forma geral ou para níveis variados de severidade de acidentes (fatalidade, lesão, danos à propriedade), por tipo de falha, etc. A taxa de colisão para um segmento de estrada pode ser comparada à taxa de colisão média em todo o estado para todas as estradas da mesma classificação funcional ou uma média regional para criar uma taxa de colisão ou índice.
Como usar?	<p><i>Plano de Longo Prazo</i> - Usado para fornecer uma avaliação geral da segurança do sistema de transporte, identificar instalações com problemas de segurança e locais com necessidade de investimento em nível de projeto.</p> <p><i>Programa</i> - Usado para identificar e comparar locais com taxas elevadas de acidentes e que, portanto, devem ser devidamente considerados no planejamento de projetos, especificamente aqueles que devem prosseguir com a programação de curto e longo prazo. Quando analisado por tipo de colisão, é usado para identificar os tipos de soluções aplicáveis (por exemplo, medidas de engenharia, programas educacionais, fiscalização, resposta a emergências). Utilizando-se de fatores de redução de falhas, pode-se estimar possíveis benefícios de segurança de projetos específicos.</p> <p><i>Avaliação Ambiental de Projetos</i> - Usado para comparar possíveis alternativas de projeto.</p> <p><i>Monitoramento</i> - Usado para avaliar a eficácia das medidas de controle e locais com incidência de acidentes.</p>
Análise Preditiva?	Sim. Geralmente, é estimado usando um modelo de previsão de viagens regional no nível da zona de análise de tráfego, mas pode ser agregado.
Dados requeridos	Dados de incidentes (quantitativos, níveis de severidade, fatores causais, tipos de acidentes).
Relevância para a tomada de decisões	Alta, pois auxilia a priorização de investimentos.
Oportunidade de participação social	Média

Exemplos de medidas de desempenho	Descrição	Desagregação / Escala de análise	Unidade
<i>Alteração no número de acidentes</i>	Número de acidentes ao longo de um determinado período (anual, determinados meses ou dias)	<ul style="list-style-type: none">• por localização (segmento viário, rodovia, por região, por município);• por gravidade (fatalidade, lesão, danos);• por tipo de ocupação lindeira;• por faixa horária;• por tipo de acidente;• por tipo de veículo	Número
<i>Alteração no número de acidentes por tonelada-km percorrido</i>	Variação no número de acidentes a cada tonelada-quilômetro percorrida	<ul style="list-style-type: none">• por tipo de carga;• por corredor logístico	Número
<i>Índice de acidentes fatais</i>	Número de mortes em acidentes de trânsito por 100 mil habitantes	<ul style="list-style-type: none">• por ano;• por volume de tráfego;• por quilômetros;• por segmento rodoviário;• por região	Número
<i>Número de acidentes com pedestres e ciclistas</i>	Quantidade de acidentes de trânsito envolvendo pedestres e ciclistas	<ul style="list-style-type: none">• por período;• por localização• por cruzamento	Número
<i>Tempo médio de recorrência entre acidentes</i>	Tempo médio em que ocorre algum acidente com vítima	<ul style="list-style-type: none">• por rodovia;• por localização;• por segmento viário	Horas ou dias
<i>Acidentes de trânsito por 100 milhões de Veículos-Quilômetros</i>	Número de acidentes de trânsito ocorridos a cada 100 milhões de veículos-quilômetros	<ul style="list-style-type: none">• por tipo de severidade (fatal e com ferimento)• por tipo de rodovia (urbana, rural, etc.)	Número

Descrição curta do indicador	Identifica trechos rodoviários com maior probabilidade de ocorrência de acidentes e gravidade de danos		
Categoria	Segurança viária		
O que mede?	Avalia o nível de segurança viária e oferece subsídios para identificar locais que necessitam de medidas preventivas e de controle, a partir da identificação de locais com maior probabilidade de acidentes e de gravidade de danos.		
Como usar?	<p><i>Plano de Longo Prazo</i> - Usado para fornecer uma avaliação geral da segurança do sistema de transporte, identificar instalações com problemas de segurança e locais com necessidade de investimento em nível de projeto.</p> <p><i>Programa</i> - Usado para identificar e comparar locais com riscos elevados de acidentes e que, portanto, devem ser devidamente considerados no planejamento de projetos. Também pode ser usado para identificar e comparar locais que podem ter desafios significativos na confiabilidade da viagem, pois são locais que normalmente provocam atrasos não recorrentes.</p> <p><i>Avaliação Ambiental de Projetos</i> - Usado para comparar possíveis alternativas de traçado e concepção de projeto.</p> <p><i>Monitoramento</i> - Usado para identificar os locais de maiores riscos de acidentes e acompanhar as taxas, visando providenciar e manter as medidas de segurança nos locais adequados.</p>		
Análise Preditiva?	Sim, com aplicação mais restrita.		
Dados requeridos	Quantitativos de dispositivos de proteção; cadastro de vias; volume de tráfego; normas de segurança.		
Relevância para a tomada de decisões	Alta, pois as questões estão relacionadas à prevenção de acidentes.		
Oportunidade de participação social	Baixa		
Exemplos de medidas de desempenho	Descrição	Desagregação / Escala de análise	Unidade
Porcentagem da extensão do sistema que estão em desacordo com as normas de segurança	Seções, em extensão, da rodovia que não atendem aos padrões de segurança em relação à extensão total	<ul style="list-style-type: none">Por empreendimento existentePor tipo de padrão a ser avaliado	%

<i>Locais com maiores taxas de acidentes</i>	Locais com maiores taxas de acidentes (acidentes por volume de tráfego), listando e mapeando-os.	<ul style="list-style-type: none"> • Por projeto • Por tipo de acidente • Por tipo de fatores causais • Por região 	número
<i>Número de locais com taxa de colisão superior à média nacional (acidentes por volume de tráfego)</i>	Quantidade de locais em que as taxas de colisão são superiores à média nacional	<ul style="list-style-type: none"> • Por sistema • Por empreendimento • Por unidade geográfica 	número
<i>Percentual de extensão de segmento rodoviário com geometria insegura</i>	Extensão da rodovia com curvas ou graus excessivos, raio mínimo ou rampa máxima	<ul style="list-style-type: none"> • Por rodovia • Por projeto 	%
<i>Percentual de extensão rodoviário que atravessa área urbana</i>	Extensão da rodovia que atravessa área urbana em relação à extensão total	<ul style="list-style-type: none"> • Por rodovia • Por projeto • Por tipo de ocupação lindeira (residencial, comercial ou industrial) 	%
<i>Número de vias urbanas atravessadas em nível</i>	Número de cruzamentos em nível com viário urbano	<ul style="list-style-type: none"> • Por rodovia • Por projeto 	número
<i>Porcentagem de pista sob monitoramento e vigilância do tráfego</i>	Extensão da rodovia que é contemplada por alguma medida de monitoramento ou vigilância operacional eficiente	<ul style="list-style-type: none"> • Por rodovia • Por projeto • Por tipo de recurso (câmera, ronda, etc.) 	%
<i>Número de passagens em desnível por extensão de áreas urbanas atendidas</i>	Quantidade de passagens em desnível (previstas e/ou existentes) em relação à extensão urbana atravessada por uma rodovia	<ul style="list-style-type: none"> • Por rodovia • Por projeto • Por segmento urbano • Por tipo (passarelas, passagem superior e inferior, etc.) 	número
<i>Quantitativos (ou percentual) de medidas de engenharia para prevenção e proteção de acidentes de tráfego</i>	Quantidade (ou percentagem) de medidas implantadas (ou previstas) em uma rodovia, tais como cercas de direcionamento e passagens de fauna, barreiras de proteção (flexível, New Jersey, etc.), barreiras físicas contra explosão e colisões, etc.)	<ul style="list-style-type: none"> • Por sistema / rede • Por rodovia existente • Por projeto • Por tipo de medida 	número ou %
<i>Porcentagem da extensão com ocupação urbana lindeira no trecho com necessidade de desmonte de rocha</i>	Extensão de trecho com necessidade de desmonte de rocha com ocupação urbana lindeira em relação ao trecho total com necessidade de desmonte de rocha	<ul style="list-style-type: none"> • Por projeto 	%

Descrição curta do indicador	Alteração no tempo médio para atender aos incidentes de trânsito
Categoria	Resposta a incidentes
O que mede?	A duração média de resposta a incidentes é geralmente estimada para um corredor ou região, calculando-se a duração de incidentes baseada no tempo entre a notificação do incidente e a realização das atividades de resposta, considerando os diversos marcos (por exemplo, remoção de veículos para o acostamento, retirada completa ou quando o último atendente deixa a cena do incidente). Pode ser calculado para diferentes tipos de incidentes, com base em sua gravidade.
Como usar?	<p><i>Plano de Longo Prazo</i> - Usado para fornecer uma avaliação geral do estado do gerenciamento de operações no sistema de transporte e definir caminhos para o gerenciamento de operações.</p> <p><i>Programa</i> - Usado para fornecer uma avaliação regional e possíveis benefícios de segurança de projetos específicos. A partir da identificação dos benefícios de segurança em nível de projeto, decide-se quais projetos devem ser priorizados.</p> <p><i>Avaliação Ambiental de Projetos</i> - Usado para identificar problemas e soluções para atendimento emergencial durante a operação viária, baseado nos tempos de resposta e na concepção de projeto.</p> <p><i>Monitoramento</i> - Usado para avaliar a eficácia das medidas de atendimento emergencial de vias em operação.</p>
Análise Preditiva?	Sim, mas tem maior aplicação em rodovia em operação. Pode ser estimado usando tempo de viagem entre os atendentes (bombeiro, SAMU, Serviço de Atendimento ao Usuário - SAU, etc.) até pontos de interesse na via planejada, bem como em tempos de atendimentos em outras rodovias em operação.
Dados requeridos	Dados de incidentes (quantitativos, níveis de severidade, fatores causais, tipos de acidentes). Dados de resposta a incidentes.
Relevância para a tomada de decisões	Alta, pois ajuda a promover a confiabilidade do sistema, reduzindo atrasos não-recorrente no tempo de viagem devido a incidentes, auxilia a priorização de investimentos, e subsidia ajuste no projeto para otimizar o atendimento emergencial.
Oportunidade de participação social	Média, com oportunidade em comunicar os benefícios promovidos no atendimento a incidentes.

Exemplos de medidas de desempenho	Descrição	Desagregação / Escala de análise	Unidade
<i>Tempo médio de chegada dos serviços de emergência</i>	O tempo médio calculado como a soma dos tempos, desde o primeiro chamado até a chegada ao local da equipe de emergência e seus equipamentos, dividida pelo número de atendimentos a emergências no mesmo período.	<ul style="list-style-type: none"> • por período (mês ou ano) • por tipo de socorrista (bombeiro, SAMU, SAU, etc.) • por tipo e gravidade 	minutos e segundos
<i>Duração média de interrupção do tráfego decorrente de incidentes</i>	Tempo médio entre o horário da ocorrência até o horário de liberação total do tráfego	<ul style="list-style-type: none"> • por projeto / rodovia • por segmento crítico • por tipo de incidente 	minutos ou horas
<i>Porcentagem de incidentes que interrompem o tráfego por mais de X minutos</i>	Total de incidentes que interrompem o tráfego por X minutos (p.ex. 10, 15, 30 min) em relação ao total de incidentes	<ul style="list-style-type: none"> • por região • por rodovia • por período (mês ou ano) 	%
<i>Tempo médio de atendimento à ocorrência</i>	Tempo médio decorrido desde a notificação de um incidente até a conclusão do atendimento	<ul style="list-style-type: none"> • por período (mês ou ano) • por socorrista • por tipo e gravidade • para remoção do veículo no acostamento ou da cena do incidente • para retirada de todos os colaboradores da cena do incidente 	minutos ou horas

Descrição curta do indicador	Área de ocupação urbana potencialmente induzida por uma nova infraestrutura de transporte		
Categoria	Mancha Urbana		
O que mede?	Quantifica as manchas urbanas que podem ser potencialmente induzidas pela infraestrutura de transporte, em função do crescimento econômico associado a um novo projeto. A mensuração desse indicador deve utilizar modelos de previsão que abordam as relações entre transporte, economia e uso do solo.		
Como usar?	<p><i>Plano a Longo Prazo</i> - Usado para avaliar alternativas de planos regionais com base nos impactos cumulativos de uso do solo e crescimento urbano esperados de vários níveis ou tipos de investimento em transporte.</p> <p><i>Programa</i> - Usado para apoiar estratégias consistentes de projetos de transporte estruturantes combinados e uso do solo.</p> <p><i>Avaliação Ambiental do Projeto</i> - Usado para avaliar impactos indiretos no desenvolvimento e seleção de alternativas de um determinado projeto nas áreas de influência direta (AID) e áreas de influência indireta (AII), bem como auxiliar no desenvolvimento de estratégias de mitigação e/ou potencialização dos impactos.</p> <p><i>Monitoramento</i> - Usado para avaliar a indução de alterações na dinâmica urbana e demográfica sobre áreas ambientalmente sensíveis durante a operação da infraestrutura de transporte, visando fornecer referências técnicas capazes de subsidiar políticas e ações de mitigação de eventuais impactos não desejáveis, e contribuindo com as instituições de planejamento, fiscalização e controle urbano-ambiental.</p>		
Análise Preditiva?	Sim		
Dados requeridos	Projeções de população, renda e emprego com e sem projeto; localização do crescimento futuro e uso do solo por tipo.		
Relevância para a tomada de decisões	Alta, pois permite constatar o impacto regional provocado pelo desenvolvimento econômico e espraiamento urbano, em especial contribuindo para identificar a urbanização irregular e desordenada.		
Oportunidade de participação social	Alta, no sentido de fornecer informações de projeção de desenvolvimento.		
Exemplos de aplicações de medidas específicas	Descrição	Desagregação / Escala de análise	Unidade
Área consumida devido ao	Quantidade de terra	<ul style="list-style-type: none"> Na linha base 	Km ²

<i>crescimento econômico relacionado ao projeto</i>	projetada para ser consumida devido ao crescimento econômico relacionado ao projeto	(momento da avaliação) <ul style="list-style-type: none"> • Por cenário projetado • Para o cenário tendencial (sem o projeto) • Por município 	
<i>Porcentagem da área projetada para ser ocupada por usos não relacionados ao projeto devido ao crescimento econômico proporcionado pelo projeto</i>	Área de expansão urbana (real ou modelada) dividida pela área total projetada para ocupação	<ul style="list-style-type: none"> • Na linha base • Por cenários (tendencial e ao longo do tempo) • Por tipo de ocupação (residencial, industrial, comercial, etc.) • Por município 	%
<i>Criação de novas centralidades</i>	Número de novas centralidades promovidas com o programa ou projeto de transporte	<ul style="list-style-type: none"> • Por unidades geográficas • Por município 	número
<i>Taxa de conversão de Área de Preservação Permanente (APP) em áreas urbanas</i>	Percentual de área de APP que foi ocupada por áreas urbanas	<ul style="list-style-type: none"> • Por regularidade da ocupação • Por ano • Por município 	ha/ano
<i>Taxa de ocupação Urbana em Unidades de Conservação</i>	Variação de áreas de ocupação urbana em Unidade de Conservação por ano	<ul style="list-style-type: none"> • Por tipo de ocupação (residencial, infraestrutura e indústrias) • Por categoria de unidade de conservação 	ha/ano
<i>Crescimento urbano compacto</i>	Expansão geográfica da área urbanizada em relação à taxa de crescimento populacional	<ul style="list-style-type: none"> • Por comunidade • Por município • Por <i>hotspot</i> 	Área / variação percentual no nº de habitante por ano
<i>Densidade da área urbana</i>	Número de habitantes em relação à área urbana de interesse	<ul style="list-style-type: none"> • por unidades geográficas • Por bairros • Por aglomerados subnormais • Por <i>hot spot</i> 	habitante/km²
<i>Taxa de ocupação urbana de vazios</i>	Ocupação urbana anual em terrenos vazios, potencialmente induzido por um projeto de transporte	<ul style="list-style-type: none"> • Por tipo de uso do solo (residencial, logística, indústria, etc.) • Por município 	ha/ano

Descrição curta do indicador	Consistência das políticas de transporte terrestre regionais com planos locais e/ou regionais de uso do solo.		
Categoria	Uso do solo		
O que mede?	Avalia a consistência de políticas de transporte com planos e políticas locais e/ou regionais de uso do solo – por exemplo, se os projetos de transporte são consistentes com as tentativas estaduais ou regionais de concentrar o crescimento nas regiões designadas; se os impactos esperados com o crescimento induzido são consistentes com os planos locais e/ou regionais; ou até que ponto as políticas locais de uso do solo onde os novos projetos estão planejados são consistentes com os planos regionais de transporte.		
Como usar?	<p><i>Plano a Longo Prazo</i> - Usado para identificar locais estaduais ou regionais onde os projetos serviriam às áreas de crescimento designadas.</p> <p><i>Programa</i> - Pode ser usado como um critério de identificação e seleção de projetos que melhor atendem a áreas de crescimento designadas; para avaliar a consistência de projetos específicos com planos de uso do solo locais e regionais; bem como para avaliar a consistência das políticas locais de uso do solo com planos regionais de uso do solo em áreas com projetos potenciais.</p> <p><i>Avaliação Ambiental do Projeto</i> - Usado para ajudar a desenvolver e selecionar alternativas e estratégias de mitigação. A consistência entre as políticas locais de uso do solo e o plano adotado de transporte pode apoiar a revisão dos impactos cumulativos.</p>		
Análise Preditiva?	Sim, nos casos em que avalia se os projetos de transporte suportam o crescimento nas regiões designadas		
Dados requeridos	Localização do projeto; limites das áreas de crescimento designadas; natureza e localização geral do crescimento induzido associado ao projeto; planos de uso do solo e políticas locais e regionais em relação ao crescimento		
Relevância para a tomada de decisões	Alta, pois permite integrar os planos de transporte com os planos de uso do solo.		
Oportunidade de participação social	Média, contribuindo para fornecer informações de projeção de desenvolvimento e de uso do solo.		
Exemplos de aplicações de medidas específicas	Descrição	Desagregação / Escala de análise	Unidade
<i>O projeto está localizado dentro dos limites de uma</i>	Verifica se o projeto planejado irá interferir com	<ul style="list-style-type: none"> • Por zona • Por bairro 	Sim/não. Listar os

<i>área designada para expansão urbana ou de centralidade?</i>	áreas designadas para expansão urbana ou de novas centralidades.	<ul style="list-style-type: none"> • Por município • Por projeto 	pontos positivos e negativos.
<i>O projeto atende diretamente a uma centralidade de crescimento designada?</i>	Verifica se o projeto atende uma centralidade de crescimento designada (e.g. previsão de acesso), servindo diretamente a esta área.	<ul style="list-style-type: none"> • Por zona • Por bairro • Por município • Por projeto 	Sim/não. Listar os pontos positivos e negativos.
<i>As jurisdições locais estão permitindo as unidades habitacionais de maneira consistente com a estratégia de crescimento regional?</i>	Verifica se o poder público municipal concede licenças/alvarás/autorizações para habitação de forma compatível com o crescimento regional.	<ul style="list-style-type: none"> • Por região • Por estado • Por município 	Sim/não. Delimitar as áreas incompatíveis.
<i>O crescimento projetado devido ao projeto está alinhado com a visão e planos locais e regionais?</i>	Verifica se o crescimento urbano induzido pelo projeto, baseado em modelos, é compatível com a visão e planos locais e regionais de uso do solo.	<ul style="list-style-type: none"> • Por previsão de impactos do crescimento • Por objetivo de crescimento estabelecido nos planos locais e regionais • Por plano local ou regional • Por densidade de ocupação (alta e baixa) • Por localização de crescimento 	Diversas
<i>Quilômetros de vias com significativos "conflitos de tráfego" (pontos de acesso frequentes, etc.) medidos usando a escala de nível de serviço (A a F)</i>	Quantidade de quilômetros de vias que possuem conflitos de tráfego.	<ul style="list-style-type: none"> • Por tipo de via (ruas locais, via arteriais, etc.) • Por nível de serviço 	Quilômetros
<i>O projeto é consistente com as políticas locais e regionais de uso do solo</i>	Verifica se o projeto é consistente com as políticas locais e regionais de uso do solo.	<ul style="list-style-type: none"> • Por projeto • Por políticas e planos • Por unidade geográfica (região, zona, município, bairro) 	Sim/não. Identificar os pontos positivos e negativos.
<i>Há acessos ao empreendimento de transporte ou locais vulneráveis de construção de acessos irregulares que favoreça a ocupação informal?</i>	Verifica se há acesso previsto em projeto e locais vulneráveis à construção de acessos irregulares em locais que possam contribuir para uma ocupação irregular ou desordenada, como, por exemplo, em áreas com restrição urbana-ambiental, o espraiamento urbano, etc.	<ul style="list-style-type: none"> • Por unidade geográfica • Por projeto 	Sim/não. Listar e mapear os trechos.

Descrição curta do indicador	Consumo de terra necessário para implantação de infraestrutura de transporte, ou seja, a "pegada" do empreendimento.
Categoria	Uso do solo
O que mede?	Mede a área física da infraestrutura e sua faixa de domínio, e pode incluir quaisquer parcelas adicionais ou porções de parcelas que não serão mais utilizáveis após a obra (por exemplo, acesso desativado ou outras formas que não são edificáveis).
Como usar?	<p><i>Programa</i> - Usado para identificar o total de terra líquida consumida por projetos programados ou para classificar projetos individuais para posterior seleção.</p> <p><i>Avaliação Ambiental do Projeto</i> - Usada para avaliar alternativas de traçado e desenvolver estratégias de mitigação, bem como avaliar projetos individuais para minimizar a pegada da obra e sua relação com áreas sensíveis.</p>
Análise Preditiva?	Sim
Dados requeridos	Pegada da obra; limite da faixa de domínio e do Decreto de Utilidade Pública (DUP); mapeamento do uso e ocupação do solo por tipo.
Relevância para a tomada de decisões	Alta, pois permite evitar impactos socioambientais negativos significativos.
Oportunidade de participação social	Alta, pois permite mostrar às partes interessadas as áreas que sofrerão intervenção do empreendimento, causando relocação habitacional, perda produtiva, danos à vegetação, etc.

Exemplos de aplicações de medidas específicas	Descrição	Desagregação / Escala de análise	Unidade
Quantidade de área necessária para implantação de infraestrutura de transporte	Total de área consumida para a implantação da infraestrutura (desapropriação, cessão de uso, aquisições etc.)	<ul style="list-style-type: none"> per capita; por tipo (terras agrícolas, pastagens, florestais, zonas úmidas, urbanizadas, parques urbanos, área de expansão urbana, etc); 	hectares
Área Diretamente Afetada (ADA)	Área de intervenção necessária à implantação de um empreendimento, incluindo a obra bruta, suas estruturas de apoio, caminhos de serviço, e demais instalações necessárias	<ul style="list-style-type: none"> por tipo (áreas públicas e privadas, urbanizadas, vegetacionais, mineração, agrícolas, pecuária, áreas legalmente protegidas, etc.); 	hectares

		<ul style="list-style-type: none"> • per capita 	
<i>Número total de edificações a ser removidas</i>	Total de edificações a serem removidas para implantação da infraestrutura	<ul style="list-style-type: none"> • por tipo de ocupação (residenciais, comerciais, públicas e mistas) • por programa • por projeto 	número
<i>Porcentagem da população residente em assentamentos subnormais a ser removida</i>	Número de pessoas residentes em assentamentos subnormais em relação à população total a ser removidas	<ul style="list-style-type: none"> • por programa • por projeto 	%
<i>Porcentagem de área de assentamentos informais</i>	Área de assentamentos informais (áreas residenciais que ocupam terrenos ilegalmente; assentamentos não planejados; áreas em risco e áreas onde a habitação não está em conformidade com a legislação municipal) em relação ao total da área consumida	<ul style="list-style-type: none"> • por tipo de irregularidade (ambiental, risco urbano, etc.) • por programa • por projeto • por bairro • por região • por comunidade afetada 	%
<i>Área do Decreto de Utilidade Pública (DUP)</i>	Área delimitada pelo DUP, considerada de utilidade pública pelo Estado, visando a implantação da infraestrutura	<ul style="list-style-type: none"> • por município 	Km ² ou hectares
<i>Área da Faixa de Domínio</i>	Área sobre a qual assenta uma rodovia, constituída pelas pistas de rolamento, canteiros, obras-de-arte, acostamentos, sinalização e faixa lateral de segurança, até o alinhamento das cercas que separam a estrada dos imóveis marginais ou da faixa do recuo	<ul style="list-style-type: none"> • por projeto 	Km ² ou hectares
<i>Interferência com áreas urbanas</i>	Área residencial urbana ocupada por assentamentos formais e informais, necessária para implantação de uma infraestrutura de transporte	<ul style="list-style-type: none"> • por densidade (baixa, média, alta e vazios urbanos) • por município 	km ²
<i>Interferência com equipamentos de interesse público</i>	Existe interferência com equipamentos públicos importantes por um empreendimento de infraestrutura de transporte, tais como linha de transmissão, adutoras, escolas, hospitais, etc.? Se sim, listá-los.	<ul style="list-style-type: none"> • Por programa • Por projeto • Por tipo de equipamento 	número

Descrição curta do indicador	Quantifica as contribuições de emissões atmosféricas de projetos rodoviários		
Categoria	Emissões atmosféricas		
O que mede?	Avalia se os projetos contribuem para violações, aumento da frequência ou severidade da poluição do ar, em especial dos seguintes componentes: monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO ₂), hidrocarbonetos (HC), aldeídos (RCHO), óxidos de nitrogênio (NOx) e material particulado (MP)		
Como usar?	<p><i>Programa</i> - Usado para avaliar alternativas de projeto que reduza as emissões.</p> <p><i>Avaliação Ambiental do Projeto</i> - Usado para avaliar os níveis de concentração de poluente para receptores sensíveis nas alternativas de projeto.</p>		
Análise Preditiva?	Sim		
Dados requeridos	Distância percorrida por tipo de veículo / classe de peso de veículo; distribuição de velocidade por tipo de instalação; dados locais sobre clima; consumo de combustíveis; distribuição de idade da frota; e programas de controle de emissões.		
Relevância para a tomada de decisões	Alta, pois analisa o impacto local de alternativas de projeto.		
Oportunidade de participação social	Média. Há maior interesse por órgãos ambientais.		
Exemplos de medidas de desempenho	Descrição	Desagregação / Escala de análise	Unidade
<i>Taxa de variação anual nas emissões veiculares de poluentes</i>	Estima a variação nas emissões de poluentes atmosféricos decorrente de cenários de investimento em transporte.	<ul style="list-style-type: none"> • por poluente de interesse; • por tipo de veículo • por região, sub-regiões ou zonas • por tonelada-km • por corredor • por rota 	% a.a.
<i>Contribuição de emissão média diária de poluentes atmosféricos</i>	Quantifica a emissão média de poluentes atmosférico de interesse por dia	<ul style="list-style-type: none"> • Total; • por poluente; • per capita; • por quilômetro; 	Toneladas/dia

		<ul style="list-style-type: none"> • por tipo de veículo 	
<i>Variação na densidade de emissões</i>	<p>Os volumes diários de emissões veiculares por macrozona podem ser apresentados em termos de “densidade de emissões”, por km² de área urbana da macrozona. Este indicador é uma proxy da concentração teórica que o volume diário de emissões causaria se diluído homogeneamente no compartimento espacial representado pela área urbana da macrozona até o limite da camada de mistura. Permite ter uma ideia da distribuição espacial da poluição de origem veicular na metrópole.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • por macrozona 	%
<i>Variação dos fatores que contribuem para alteração de emissões de poluentes atmosférico</i>	<p>Quantificar a variação dos fatores contribuintes para alteração das emissões atmosféricas</p>	<ul style="list-style-type: none"> • alteração no número de viagens de veículos; • alteração na distância percorrida; • melhoria na fluidez do tráfego; etc. 	Número ou porcentagem
<i>Porcentagem de extensão em rampa máxima (E.g. superiores a 6%)</i>	<p><i>Identifica e quantifica trechos com rampas mais íngremes em projetos, as quais contribuem para o aumento do consumo de combustíveis e, conseqüentemente, emitem mais poluentes</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • por projeto 	%

Descrição curta do indicador	Compara as emissões relacionadas ao transporte rodoviário em determinada região com o nível desejado para garantir que os padrões de qualidade do ar sejam atendidos.
Categoria	Conformidade da qualidade do ar
O que mede?	Compara-se a quantidade de emissões de fontes móveis estabelecidas no plano de qualidade do ar do estado com quantidade real de emissões geradas por fontes móveis rodoviárias, que é estimada pela combinação de saídas de modelos de viagens e emissões. Para novos projetos, essa medida deve se concentrar nas mudanças esperadas para as emissões e no <i>status</i> de conformidade que resultariam ao longo do tempo com os novos projetos em operação.
Como usar?	<p><i>Plano a Longo Prazo</i> - Usado para avaliar a contribuição das emissões do projeto dentro das áreas de saturadas e não-saturadas.</p> <p><i>Programa</i> - Usados para avaliar as diferenças relativas de emissões entre alternativas dentro de uma sub-região ou corredor.</p> <p><i>Avaliação Ambiental do Projeto</i> - Usado para avaliar impactos na conformidade dentro de determinadas regiões que resultariam com os projetos em avaliação.</p>
Análise Preditiva?	Sim
Dados requeridos	Distância percorrida por tipo de veículo / classe de peso de veículo; distribuição de velocidade por tipo de instalação; dados locais sobre clima; consumo de combustíveis; distribuição de idade da frota; e programas de controle de emissões.
Relevância para a tomada de decisões	Alta, pois analisa o impacto regional de alternativas de projeto.
Oportunidade de participação social	Baixa.

Exemplos de medidas de desempenho	Descrição	Desagregação / Escala de análise	Unidade
<i>Concentração média anual diária de poluentes atmosféricos em áreas urbanas como resultado de investimentos em projetos rodoviários</i>	Número total de concentrações de poluente registradas no ano dividida pelo número de dias medidos	<ul style="list-style-type: none"> por poluente por padrão (primário ou secundário) 	µg/m³ ou ppm
<i>Frequência em que a qualidade do ar excede o</i>	Tempo (número de horas ou dias) por ano em que a qualidade do ar excede o	<ul style="list-style-type: none"> por poluente 	horas ou dias

FA-05.
Qualidade do Ar

QA-02.1. Conformidade com os padrões de qualidade do ar

<i>padrão normativo em áreas urbanas</i>	padrão normativo em áreas urbanas		
<i>Número de dias em que o Índice de qualidade do ar (IQA) é considerado ruim, muito ruim ou péssimo</i>	Média aritmética calculada para cada indicador, de acordo com os resultados de várias estações da rede de medição	<ul style="list-style-type: none">• por zona;• por município;• por região	>81
<i>Porcentagem de tempo em que os limites normativos para a qualidade do ar são considerados inadequados</i>	Porcentagem do tempo durante o ano em que a qualidade do ar é considerada inadequada em áreas urbanas	<ul style="list-style-type: none">• por zona;• por município;• por região	%

Descrição curta do indicador	Populações vulneráveis à poluição do ar decorrente do investimento		
Categoria	Exposição à poluição do ar		
O que mede?	Identifica o número e tipo de população vulneráveis aos efeitos da poluição do ar (por exemplo, unidades habitacionais, escolas, hospitais, etc.) próximos à rodovia, permitindo calcular a mudança nos tipos e números de receptores sensíveis potencialmente impactados por um projeto de transporte.		
Como usar?	<i>Avaliação Ambiental do Projeto</i> - Usado para avaliar impactos na população, benefícios e custos, dentro de determinadas regiões em decorrência de alternativas de traçado em avaliação.		
Análise Preditiva?	Sim		
Dados requeridos	Projeção de mudança da população residente; variação das emissões de cada parâmetro.		
Relevância para a tomada de decisões	Alta, pois permite avaliar a apropriação pela população dos benefícios e custos de um investimento em transporte, para vários cenários.		
Oportunidade de participação social	Média		
Exemplos de medidas de desempenho	Descrição	Desagregação	Unidade
<i>Variação da população próxima às fontes de emissão</i>	Avaliar o número de receptores sensíveis (residências, escolas, hospitais, hotéis) ou quantidade de pessoas numa faixa lindeira à rodovia, os quais estão sujeitos a sofrer mais diretamente os impactos da poluição do ar. Recomenda-se o cálculo estimativo nas faixas de 300, 500, 1000 e 2000 metros do limite da faixa do traçado do projeto em avaliação e das demais vias sofrerão alteração de fluxo com a implantação do projeto em avaliação.	<ul style="list-style-type: none"> • por segmento • por <i>hotspot</i> • por região • por tipo de ocupação 	Número ou porcentagem
<i>Variação da população total beneficiada e afetada</i>	Comparação global da população beneficiada e afetada, calculada com base na população residente por macrozona, em diferentes cenários.	<ul style="list-style-type: none"> • por faixa de variação das emissões de cada poluente 	Nº de pessoas; relação entre beneficiados e afetados; e variação na % por faixa

Descrição curta do indicador	Quantidade total de poluentes relacionados a transporte que causam a mudança climática global
Categoria	Emissão de Gases de Efeito Estufa
O que mede?	Quantifica a variação esperada nas emissões de GEE como resultado de investimentos em sistema de transporte
Como usar?	<p><i>Plano a Longo Prazo</i> – Pode ser utilizado para quantificar o balanço final das emissões de GEE decorrentes dos investimentos em transporte a partir das alterações dos fatores contribuintes, como: alteração no número de viagens, alteração no consumo de combustível, alteração da distância percorrida, alteração na fluidez, etc.</p> <p><i>Programa</i> - Usado para avaliar alternativas de projeto que reduzam as emissões.</p> <p><i>Avaliação Ambiental de Projeto</i> - Usado para comparar a emissão de GEE específica entre as alternativas de traçado de projeto.</p>
Análise Preditiva?	Sim
Dados requeridos	Distância percorrida por tipo de veículo / classe de peso de veículo; distribuição de velocidade por tipo de instalação; dados locais sobre clima; consumo de combustíveis; distribuição de idade da frota; e programas de controle de emissões.
Relevância para a tomada de decisões	Média, pois apesar da relevância global, não há reflexo local a curto prazo e normatização no Brasil.
Oportunidade de participação social	Média, com maior interesse por ambientalistas.

Exemplos de aplicações de medidas específicas	Descrição	Desagregação	Unidade
<i>Intensidade de emissões de GEE</i>	A razão entre as emissões de GEE em relação a determinado grupo de interesse (por modo, per capita, por tonelada de carga, etc.).	<ul style="list-style-type: none"> • por modo • por PIB • por tonelada de carga transportada per capita • por tipo de veículo • por gás poluente (material particulado, ozônio troposférico, monóxido de carbono, óxidos de enxofre, óxidos de nitrogênio) 	Toneladas ou gramas equivalentes

<i>Emissão média diária de GEE por quilômetro</i>	Quantidade de emissão de GEE para cada quilômetro percorrido	<ul style="list-style-type: none"> • por modo • por automóveis leves e pesados • por gás de interesse 	Tonelada de GEE equivalente /km
<i>Contribuição de transporte para a quantidade total de GEE emitido</i>	Percentual de emissão de GEE do setor de transporte, como proporcionalidade das emissões de outros setores	<ul style="list-style-type: none"> • por região 	%
<i>Sequestro de carbono pelas práticas de manejo de vegetação</i>	Variação líquida na quantidade de carbono armazenado na biomassa suprimida para implantação de infraestrutura de transporte com aquela sequestrada a partir de práticas de manejo de vegetação relacionadas a construção e operação	<ul style="list-style-type: none"> • por empreendimento de infraestrutura 	Toneladas

Descrição curta do indicador	Nível de vulnerabilidade da infraestrutura de transporte a danos causados por riscos ambientais associados à mudança climática global
Categoria	Vulnerabilidade às mudanças climáticas
O que mede?	Permite avaliar a necessidade de adaptação da infraestrutura planejada aos efeitos das mudanças climáticas e a compatibilidade com os planos regionais.
Como usar?	<p><i>Plano a Longo Prazo</i> - Usado para determinar até que ponto a mudança climática terá impacto significativo na infraestrutura de um estado ou região.</p> <p><i>Programa</i> - Usados para identificar eixos e locais onde investimentos potenciais em infraestrutura de transporte podem estar em risco futuros, em tempo inferior ao tempo de vida previsto.</p> <p><i>Avaliação Ambiental de Projeto</i> - Usado para identificar locais que podem exigir projeto de engenharia ou materiais específicos do que seria previsto naturalmente sem os impactos das mudanças climáticas.</p>
Análise Preditiva?	Sim
Dados requeridos	Precipitação, temperatura, atividade de tempestades e informações de tendência do nível do mar. Cenários de projeção climática da futura precipitação regional e mudanças de temperatura. Aumento do nível do mar, atividade de tempestades e mapas e projeções de tempestades. Levantamento topográfico; projeto; e condição da infraestrutura.
Relevância para a tomada de decisões	Alta, pois a irreversibilidade para adequação da infraestrutura é remota e custosa
Oportunidade de participação social	Baixa, uma vez que há dificuldade técnico da maioria das partes interessadas.

Exemplos de aplicações de medidas específicas	Descrição	Desagregação / Escala de análise	Unidade
<i>Nível de vulnerabilidade da infraestrutura a danos causados por riscos ambientais associados à mudança climática global</i>	Nível de vulnerabilidade da infraestrutura de transporte associado ao tipo de ameaça.	<ul style="list-style-type: none"> por tipo de ameaça (aumento do nível do mar, tempestades, aumento da mudança de temperatura, escorregamentos) por modo por segmento 	Extremamente vulnerável, vulnerável, não vulnerável

<i>Compatibilização com Plano Municipal de Mudanças Climáticas</i>	Existência de Plano Municipal de Mudanças Climáticas aprovado e compatibilização com suas diretrizes	<ul style="list-style-type: none">• por município ou região	-
<i>Impactos humanos e materiais dos eventos climáticos extremos</i>	Descrever os impactos financeiro e materiais potenciais e o número estimado de pessoas afetados, decorrentes da implementação da infraestrutura de transporte	<ul style="list-style-type: none">• por município• por bairro• por tipo de impacto	Descritivo
<i>Avaliação das Ameaças Climáticas</i>	Há Avaliação de Impactos Climáticos detalhada e um plano de adaptação? Este plano deve incluir uma avaliação de vulnerabilidade, uma avaliação de riscos, uma avaliação adaptação, bem como identificar os riscos e as respostas aos efeitos da mudança climática, contemplando tanto a infraestrutura de transporte como as comunidades afetadas, no curto e longo prazo.	<ul style="list-style-type: none">• por projeto• por comunidade• por tipo de risco	Descritivo

Descrição curta do indicador	Impacto da construção na quantidade de água no sistema de produção de água de abastecimento
O que mede?	Avalia os efeitos da implantação de uma infraestrutura de transporte em áreas de proteção de mananciais na produção de água de abastecimento, estimado pela previsão do aumento da impermeabilização dentro de uma bacia hidrográfica que resulta da construção direta da instalação e do desenvolvimento induzido por um projeto de transporte. A impermeabilização, baseado no desenvolvimento, é uma medida de segunda ordem que pode ser calculada com base no crescimento esperado induzido de um projeto (consultar Fator de Uso do Solo).
Categoria	Produtividade de Mananciais
Como usar?	<i>Programa</i> - Usado para sinalizar projetos que provavelmente induzirão o crescimento próximo receptores sensíveis. <i>Avaliação Ambiental de Projetos</i> - Usado para avaliar o impacto cumulativo das alternativas potenciais.
Análise Preditiva?	Sim
Dados requeridos	Superfície impermeável; estimativas de crescimento induzido
Relevância para a tomada de decisões	Alta, em virtude da importância de preservação das áreas prioritárias para garantir a produtividade hídrica.
Tendências	Quanto menor a intervenção, melhores resultados esperados; salvo quando o empreendimento for utilizado para remoção de ocupações irregulares e contenção da expansão urbana nas áreas de proteção.
Oportunidade de participação social	Média

Exemplos de medidas de desempenho	Descrição	Desagregação / Escala de análise	Unidade
<i>Aumento de superfícies impermeáveis em Áreas de Proteção e Recuperação de Mananciais devido à construção direta da infraestrutura de transporte</i>	Aumento percentual da área a ser impermeabilizada para a construção de um empreendimento em relação à totalidade da APRM	<ul style="list-style-type: none"> • Por bacia hidrográfica • Por projeto 	porcentagem
<i>Aumento de superfícies impermeáveis em Áreas de Proteção e Recuperação de Mananciais devido ao desenvolvimento induzido</i>	Aumento percentual da área potencialmente impermeabilizada em função da indução de novas	<ul style="list-style-type: none"> • Por bacia hidrográfica • Por projeto 	porcentagem

<i>pela construção de novas instalações</i>	ocupações em Áreas de Proteção e Recuperação de Mananciais		
<i>Interferência com cursos d'água contribuintes atravessados</i>	Número total de córregos, rios, lagos, etc., que contribuem para produção de água de um manancial, atravessado por uma infraestrutura de transporte	<ul style="list-style-type: none">• Por projeto• Por classificação	número
<i>Proximidade do projeto de transporte com pontos de captação de água</i>	Distância da infraestrutura de transporte com os pontos de captação de água, contados a partir da linha de projeção ou do ponto de lançamento de água	<ul style="list-style-type: none">• Por projeto• Por ponto de captação de água• Por posicionamento (montante e jusante)	Metros ou quilômetros

Descrição curta do indicador	Consistência entre os planos de gestão de recursos hídricos e de bacias hidrográficas e os planos de projetos de transporte
O que mede?	<p>Para regiões que possuem planos de gestão de recursos hídricos ou de bacias hidrográficas, pode ser feita uma avaliação do nível em que os projetos de transporte são consistentes com esses planos, bem como as agências de transporte coordenam o planejamento com os interesses das agências de recursos hídricos e demais partes interessadas relacionadas à água.</p> <p>Essa medida é avaliada usando uma avaliação qualitativa do nível em que as melhorias de transporte contribuem ou prejudicam as metas de recursos hídricos, qualidade da água e planos de gestão de bacias hidrográficas.</p>
Categoria	Consistência com planos de recursos hídricos.
Como usar?	<p><i>Plano a Longo Prazo</i> - Usado para fortalecer a credibilidade das metas ambientais de um plano de longo prazo.</p> <p><i>Programa</i> - Usados para identificar áreas dentro de um corredor que podem exigir uma avaliação mais substancial dos impactos da qualidade da água ao buscar projetos de transporte.</p> <p><i>Avaliação Ambiental de Projetos</i> - Pode ser usado para avaliar a conformidade de projetos de transporte com esforços de planejamento da qualidade da água.</p>
Análise Preditiva?	Sim
Dados requeridos	Planos de gestão relacionados com recursos hídricos; planos de transporte.
Relevância para a tomada de decisões	Alta, em virtude da necessidade de compatibilização entre planos de diversos setores.
Tendências	Quanto menor a interferência negativa e maior a potencialização com as metas de planos de recursos hídricos, melhores serão os resultados esperados com projetos de transporte.
Oportunidade de participação social	Alta, podendo abrir ampla discussão com comitês e sociedade civil relacionados a planos de recursos hídricos e bacia hidrográfica.

Exemplos de medidas de desempenho	Descrição	Desagregação / Escala de análise	Unidade
<i>Nível em que o projeto contribui para as metas e objetivos estabelecidos em plano de gestão de recursos hídricos e de bacias hidrográficas</i>	Verificação se os projetos de transporte planejados estão alinhados aos objetivos e metas dos planos de gestão de recursos hídricos e de bacias hidrográficas	<ul style="list-style-type: none"> • por projeto • por bacia hidrográfica • por abrangência do plano 	-
<i>Nível de coordenação do empreendedor responsável pelo projeto com a agência de recursos hídricos local para alinhar o projeto com metas e objetivos</i>	Verificação da coordenação da agência de transporte com as agências de recursos hídricos e de bacias hidrográficas, para	<ul style="list-style-type: none"> • por projeto • por bacia hidrográfica • por abrangência do plano 	-
<i>O projeto espera impactos sobre os recursos hídricos sensíveis de alta prioridade, conforme identificados em um plano de recursos hídricos?</i>	Avaliação dos impactos da infraestrutura de transporte sobre os recursos hídricos sensíveis e com prioridade de conservação ou recuperação	<ul style="list-style-type: none"> • por classe dos corpos d'água • por projeto • por bacia hidrográfica • por abrangência do plano 	-

Descrição curta do indicador	Consistência do impacto do projeto de transporte na qualidade da água com os padrões normativos de qualidade da água
O que mede?	<p>Esta medida estima as alterações nas características físico-químicas e biológicas de um determinado corpo d'água devido a um projeto de transporte em relação aos padrões normativos vigentes de qualidade da água e de lançamento de efluentes.</p> <p>Os padrões de qualidade da água são definidos para cada corpo de água com base em sua classe de enquadramento e seus usos específicos, por exemplo, abastecimento para consumo humano, recreação de contato primário (natação), proteção de comunidades aquáticas, entre outros. Os valores máximos são estabelecidos para cada parâmetro relacionados em cada uma das classes de enquadramento.</p> <p>Meios específicos para estimar os impactos nos padrões de qualidade da água ou os padrões de lançamento de efluentes envolvem: identificar os corpos d'água potencialmente afetados pelo projeto e as respectivas classes, os valores máximos de lançamento e os padrões de qualidade da água estabelecidos para eles; estabelecer informações de referência sobre a qualidade da água e avaliar as cargas de poluentes disponíveis antes de exceder os limites permitidos; e simular as cargas estimadas de poluentes devido à construção ou operação da infraestrutura de transporte.</p>
Categoria	Padrões de qualidade da água.
Como usar?	<p><i>Plano a Longo Prazo</i> - Usado para entender o impacto do sistema global de transporte sobre recursos hídricos significativos.</p> <p><i>Programa</i> - Usados para identificar áreas dentro de um corredor ou conjunto de projetos que podem exigir uma avaliação mais substancial dos impactos da qualidade da água ao definir os projetos de transporte.</p> <p><i>Avaliação Ambiental de Projetos</i> - Usada para determinar como minimizar os impactos na qualidade da água durante o projeto.</p>
Análise Preditiva?	Sim
Dados requeridos	Identificação e mapeamento de corpos d'água receptores e suas respectivas classes de enquadramento; valores máximos dos parâmetros para lançamento de efluentes; caracterização físico-química e biológica das águas residuárias e do curso hídrico; vazões de cursos d'água e de lançamento de efluente.
Relevância para a tomada de decisões	Alta, para área de mananciais, uso para balneabilidade e áreas de preservação ambiental.

Tendências	Para padrões de lançamento de efluentes, quanto maiores forem os valores das concentrações de um determinado parâmetro, tende-se a piorar a qualidade da água		
Oportunidade de participação social	Baixa, pois devem ser observados os padrões e critérios já definidos pela legislação.		
Exemplos de medidas de desempenho	Descrição	Desagregação / Escala de análise	Unidade
<i>Capacidade de suporte do corpo receptor</i>	Valor máximo de determinado poluente que o corpo hídrico pode receber, sem comprometer a qualidade da água e seus usos determinados pela classe de enquadramento	<ul style="list-style-type: none"> • por recurso hídrico • por projeto • por parâmetro 	Diversos
<i>Cargas de poluentes disponíveis antes de exceder os limites permitidos</i>	Carga de poluentes disponíveis para serem lançados em um curso d'água sem que os limites permitidos sejam excedidos	<ul style="list-style-type: none"> • por poluente • por recurso hídrico • por bacia hidrográfica 	mg/L
<i>Concentrações médias de poluentes, metais diversos, sólidos suspensos e orgânicos tóxicos no escoamento superficial (runoff)</i>	Concentração média de poluentes, metais e sólidos suspensos e orgânicos tóxicos provenientes da água pluvial que escoam superficialmente sobre a plataforma e deságua em corpos hídricos	<ul style="list-style-type: none"> • por recurso hídrico • por bacia hidrográfica • por projeto 	mg/L

Descrição curta do indicador	Alteração na qualidade da água devido à carga de poluente proveniente do escoamento superficial sobre o pavimento da rodovia
O que mede?	<p>Esta medida estima o impacto na qualidade da água devido ao transporte de contaminantes presentes sobre as superfícies e que são carregados pela água da chuva. Esses contaminantes são originados dos veículos e da própria infraestrutura, e incluem poeira, solo e vegetação, borracha de pneus, desgastes do asfalto, metais de frenagem, óleo e graxas, restos de combustíveis e outros fluidos gotejados de motores, resíduos diversos lançados por usuários, entre outros.</p> <p>A denominação "difusa" vem do fato de os resíduos terem diversos pontos de origem e se encontrarem espalhados em grandes áreas, o que traz dificuldades para o seu controle. Dependendo da localização, esta poluição de escoamento pode ser transportada diretamente para corpos d'água (córregos, lagos, várzeas, zonas úmidas, mananciais e pontos de captação de água, etc.).</p> <p>As concentrações mais altas desses contaminantes tendem a ser transportadas durante o início da primeira chuva intensa após um período seco, o chamado carga de lavagem ou <i>first flush</i>, uma vez que normalmente há mais materiais acumulados no pavimento. Os principais contaminantes de interesse são: nutrientes; metais; compostos derivados do petróleo, tais como hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (PAHs), benzeno, tolueno, etil-benzeno e os xilenos (BTEX); sedimentos; agrotóxicos.</p>
Categoria	Padrões de qualidade da água.
Como usar?	<p><i>Plano a Longo Prazo</i> - Usado para identificar estradas com impactos significativos de escoamento existentes devido ao alto volume de tráfego e à proximidade de receptores sensíveis.</p> <p><i>Programa</i> - Usados para sinalizar projetos perto de receptores sensíveis que podem aumentar significativamente o escoamento.</p> <p><i>Avaliação Ambiental de Projetos</i> - Usado para identificar os impactos esperados das alternativas do projeto nos receptores sensíveis e possíveis medidas que podem minimizar o escoamento ou diminuir seus impactos.</p>
Análise Preditiva?	Sim
Dados requeridos	Identificação de corpos d'água receptores; pontos de captação de água; enquadramento das classes de água; valores máximos para recebimento de águas; concentração de poluentes; volume de tráfego; área impermeabilizada.
Relevância para a tomada de decisões	Alta, especialmente na divulgação de informação dos locais de captação de água, ainda que sejam informais.

Oportunidade de participação social	Baixa, pois devem ser observados os padrões e critérios já definidos pela legislação, servindo mais como informativo à população.		
Exemplos de medidas de desempenho	Descrição	Desagregação / Escala de análise	Unidade
<i>Carga de poluente durante eventos de carga de lavagem ou first flush</i>	Carga de poluentes coletados nos 10 minutos iniciais de chuva em determinados pontos de descarga do escoamento superficial (<i>runoff</i>), após um período de estiagem (e.g. 5 dias sem chuva)	<ul style="list-style-type: none"> por ano por parâmetro (cádmio, zinco, hidrocarboneto totais ou policíclicos, cobre, etc.) por ponto crítico 	De acordo com o parâmetro
<i>Extensão de rios, lagos e de costa oceânica prejudicada pelo escoamento de rodovias</i>	Extensão de corpos d'água receptores que sofrem alteração na qualidade da água	<ul style="list-style-type: none"> por bacia hidrográfica por classe para resultados acima do limite normativo 	metros ou quilômetros
<i>Mudança global nas cargas de poluentes devido à implantação da rodovia</i>	Alteração global na carga de poluentes com a implantação da rodovia. Por exemplo, a diferença da carga difusa com a carga despejada por expropriados.	<ul style="list-style-type: none"> por bacia hidrográfica 	De acordo com o parâmetro
<i>Proximidade da rodovia com usuários da água</i>	Distância da rodovia (ou da saída d'água da rodovia) com os usos preponderantes da água, atuais e futuros	<ul style="list-style-type: none"> para usos a jusante por tipo de uso para captação d'água 	metros
<i>Concentração de Efeito Não Observado - CENO e os padrões de qualidade da água para corpos de água específicos</i>	Maior concentração do efluente, que não causa efeito deletério estatisticamente significativo na sobrevivência e reprodução dos organismos, em um determinado tempo de exposição, nas condições de ensaio	<ul style="list-style-type: none"> por recurso hídrico por agente químico por um determinado período por determinadas 	porcentagem
<i>Concentração de Efeito Observado (CEO) e os padrões de qualidade da água para corpos de água específicos</i>	Menor concentração do efluente que causa efeito deletério, estatisticamente significativo, para sobrevivência e reprodução dos organismos, em um determinado tempo de exposição, nas condições de ensaio.	<ul style="list-style-type: none"> por recurso hídrico por agente químico por um determinado período 	porcentagem

Descrição curta do indicador	Impacto da construção de infraestrutura de transporte na degradação da qualidade e quantidade de áreas essenciais para a sobrevivência de espécies nativas de plantas ou animais		
Categoria	Preservação de espécies nativas		
O que mede?	Mede a alteração na qualidade e quantidade de vegetação nativa e a degradação dos habitats essenciais para a sobrevivência da fauna nativa como resultado da implantação de infraestrutura de transporte.		
Como usar?	<p><i>Plano a Longo Prazo</i> - Usado para entender locais de habitats significativos e de vegetação nativa primária e estágio avançado ou médio que podem ser impactados por instalações de transporte e projetos em potencial.</p> <p><i>Programas</i> - Usados para sinalizar projetos que provavelmente afetarão significativamente os habitats e/ou fragmentos vegetação nativa devido à sua localização.</p> <p><i>Avaliação Ambiental de Projeto</i> - Usada para ajudar as agências de transporte a determinarem como minimizar os impactos ao habitat e reduzir a supressão de vegetação nativa durante os estudos de alternativa de traçado e licenciamento ambiental.</p> <p><i>Monitoramento</i> - Permite o acompanhamento da redução de área de vegetação nativa ou de habitats decorrentes da indução de alteração do uso do solo promovida pelo investimento em transporte.</p>		
Análise Preditiva?	Sim		
Dados requeridos	Espécies ameaçadas de extinção; áreas de habitat, prioritariamente aquelas utilizadas pelas espécies ameaçadas de extinção ao longo de todo o seu ciclo de vida; valor funcional de cada área de habitat identificada para cada espécie; tamanho das áreas de habitat; localização de áreas de habitat; dados de localização do projeto; área de comunidades vegetais nativas; área de perturbação prevista.		
Relevância para a tomada de decisões	Alta, pois tem o potencial de impacto significativo ao meio natural.		
Oportunidade de participação social	Média, com grande potencial de envolvimento de instituições ambientais		
Exemplos de aplicações de medidas específicas	Descrição	Desagregação / Escala de análise	Unidade
<i>Fragmentação de habitat</i>	Hectares de habitat fragmentado por uma	<ul style="list-style-type: none"> por projeto por tipo de habitat 	hectares

	determinada infraestrutura de transporte	<ul style="list-style-type: none"> por fauna de interesse 	
<i>Percentual dos trechos com necessidade de supressão de fragmentos de vegetação nativa</i>	Proporção dos trechos de supressão de fragmentos de floresta nativa em relação à área diretamente afetada (ADA) ou à Faixa de Domínio.	<ul style="list-style-type: none"> por projeto por estágio sucessional de regeneração por extensão (m) por área (ha) 	porcentagem
<i>Mudança na extensão de bordas florestais</i>	Diferença entre a extensão de trecho de uma infraestrutura de transporte limítrofe a fragmentos florestais, antes e após a implantação de determinado projeto	<ul style="list-style-type: none"> por projeto por estágio de regeneração 	quilômetros
<i>Preservação de habitats de alta qualidade para a fauna silvestre</i>	Diferença entre a área com habitats de alta qualidade (zonas úmidas, fragmentos de floresta nativa, etc.) da alternativa de traçado viável de menor custo com a alternativa escolhida	<ul style="list-style-type: none"> por tipo de habitat 	hectares
<i>Porcentagem do saldo da área de restauração florestal compensada em relação à área total de fragmentos de vegetação nativa suprimida</i>	Diferença entre a quantidade de área de vegetação nativa compensada com a área de vegetação nativa suprimida, em relação ao total de área de vegetação nativa suprimida	<ul style="list-style-type: none"> por programa por projeto 	porcentagem
<i>Área de intervenção em Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade</i>	Quantidade de áreas prioritárias para conservação da biodiversidade passíveis de intervenção direta ou indireta decorrente de programas ou projetos de transporte	<ul style="list-style-type: none"> por bioma por projeto por programa 	hectares
<i>Variação da porcentagem de cobertura de vegetação nativa</i>	Variação da área ocupada por vegetação nativa de uma determinada unidade territorial em relação à totalidade desta mesma área	<ul style="list-style-type: none"> por estágio sucessional (primária, secundária, inicial) por município por parcela territorial por <i>hot spot</i> por fragmento florestal 	porcentagem

EHB-01.1. Perda de habitat e de vegetação nativa

<i>Conectividade entre fragmentos de vegetação nativa</i>	Número total de fragmentos de vegetação nativa conectados a determinadas distâncias (e.g. 50m, 100m e 200m) na unidade territorial	<ul style="list-style-type: none"> • por estágio sucessional (primária, secundária, inicial) • por município • por parcela territorial • por <i>hot spot</i> • por fragmento florestal 	unidade
<i>Alteração na composição e estrutura do habitat</i>	Análise da composição, abundância e riqueza e suas relações com a estrutura do habitat e se existe variação espacial significativa na composição de espécies	<ul style="list-style-type: none"> • por parcela de monitoramento 	diversas
<i>Variedade de fisionomias</i>	Número de unidades vegetacionais, como correlação da oferta de habitat com a biodiversidade	<ul style="list-style-type: none"> • por parcela territorial 	unidade
<i>Número de projetos que protegem espécies sensíveis ou restauram o habitat</i>	Quantidade de projetos na região de interesse com o objetivo de proteger espécies sensíveis ou de restauração de habitat. Listar os projetos existentes.	<ul style="list-style-type: none"> • por espécie de interesse • por unidade territorial • por tipo de habitat 	unidade

Descrição curta do indicador	Impacto em áreas protegidas pela legislação ambiental.
O que mede?	Quantifica o impacto direto da construção e indireto durante a operação sobre áreas protegidas pela legislação ambiental, como APP e UC.
Categoria	Áreas protegidas
Como usar?	<p><i>Plano a Longo Prazo</i> - Usado para identificar áreas instituídas pela legislação, com regulamento de uso e ocupação específico, que podem ser impactados por instalações de transporte e projetos em potencial.</p> <p><i>Programas</i> - Usados para sinalizar projetos que provavelmente afetarão áreas protegidas devido à sua localização.</p> <p><i>Avaliação Ambiental de Projeto</i> - Usada para ajudar as agências de transporte a determinarem como minimizar interferências em áreas com regulamento específico durante os estudos de alternativa de traçado e implicações administrativas no licenciamento ambiental.</p> <p><i>Monitoramento</i> - Permite identificar eventuais pressões indesejáveis e fornece referências técnicas capazes de subsidiar políticas e ações de mitigação, contribuindo com as instituições de planejamento, fiscalização e controle urbano-ambiental.</p>
Análise Preditiva?	Sim
Dados requeridos	Hidrografia; delimitação das áreas de preservação permanente (APP); delimitação de Unidades de Conservação (UC); projeto.
Relevância para a tomada de decisões	Alta, pois são áreas instituídas por diplomas legais específicos, visando, dentre outros, a conservação de ecossistemas e da biodiversidade.
Oportunidade de participação social	Média

Exemplos de medidas de desempenho	Descrição	Desagregação / Escala de análise	Unidade
<i>Percentual de Unidades de Conservação (UC)</i>	Relação entre a área de unidade de conservação e a área territorial de interesse	<ul style="list-style-type: none"> • por região de interesse • por diretriz ou alternativa de traçado • por unidade territorial de monitoramento • por município • por área de influência • por grupo (integral ou sustentável) 	porcentagem

FA-08.
Ecossistema,
Habitat e
Biodiversidade

EHB-02.1. Interferência com áreas ambientalmente protegidas

		<ul style="list-style-type: none"> • por categoria (parques, reservas, etc.) 	
<i>Porcentagem da área disponível para restauração florestal em Unidades de Conservação</i>	Quantidade de áreas degradadas nas Unidades de Conservação localizadas na área de influência de empreendimentos	<ul style="list-style-type: none"> • por município • por grupo (integral ou sustentável) • por categoria (parques, reservas, etc.) 	porcentagem
<i>Porcentagem da área ocupada por zona de amortecimento de unidade de conservação de proteção integral</i>	Ocupação de zona de amortecimento de unidade de conservação de proteção integral	<ul style="list-style-type: none"> • por parcela territorial • por diretriz ou alternativa de traçado 	porcentagem
<i>Percentual de Área de Preservação Permanente (APP)</i>	Relação entre a área de preservação permanente e a área territorial de interesse	<ul style="list-style-type: none"> • por unidade territorial • por diretriz ou alternativa de traçado • por município • por área de influência • na faixa de domínio 	porcentagem
<i>Percentual de cobertura vegetal nativa em Área de Preservação Permanente (APP)</i>	Relação da quantidade de APP com cobertura de vegetação nativa presente nas APP's da área de interesse	<ul style="list-style-type: none"> • por unidade territorial • por município • por área de influência • na faixa de domínio 	porcentagem
<i>Consistência com planos de manejo e/ou de recursos naturais</i>	Avalia, qualitativamente, até que ponto os planos de transporte que identificam projetos específicos são consistentes com o planejamento de recursos naturais (planos de conservação e manejo de vida selvagem, habitat, biodiversidade ou recursos)	-	-

Descrição curta do indicador	Impacto da construção de infraestrutura de transportes na quantidade de áreas úmidas em comparação com as novas zonas úmidas criadas ou recuperadas
O que mede?	Demonstra o impacto líquido de suas atividades em zonas úmidas, comparando as áreas úmidas destruídas durante a construção do projeto versus áreas úmidas criadas ou recuperadas. O mapeamento da localização e da qualidade das áreas úmidas de alto valor fornece informações importantes aos planejadores e interessados, determinando quantos hectares de áreas úmidas poderão ser afetados por projetos de construção de transporte. O sensoriamento remoto oferece uma abordagem interessante para identificar áreas úmidas de alto valor por meio da interpretação de imagens aéreas.
Categoria	Zonas úmidas
Como usar?	<p><i>Plano a Longo Prazo</i> - Usado para entender o estado geral ou a qualidade das áreas úmidas em um estado ou região (ou seja, hectares totais) e acompanhar o impacto ou o progresso na restauração de áreas úmidas ao longo do tempo.</p> <p><i>Programas</i> - Usados para identificar as áreas úmidas e as respectivas qualidades em um corredor e rastrear a história de destruição e substituição de áreas úmidas naquele corredor ao longo do tempo.</p> <p><i>Avaliação Ambiental de Projeto</i> - Usada para ajudar as agências de transporte a evitarem interferências em áreas úmidas durante os estudos de alternativa de traçado e propor métodos construtivos para minimizar os impactos na sua qualidade.</p>
Análise Preditiva?	Não
Dados requeridos	Bancos de dados de agências ambientais (federais, estaduais ou municipais), pesquisa primária, análise de imagem, vistoria de campo.
Relevância para a tomada de decisões	Alta, pois são áreas com importantes funções biológicas ou hidrológicas.
Tendências	Uma proporção maior geralmente indica maiores benefícios ecológicos.
Oportunidade de participação social	Alta

Exemplos de medidas de desempenho	Descrição	Desagregação / Escala de análise	Unidade
<i>Balanço entre áreas úmidas destruídas e as áreas criadas ou recuperadas</i>	Diferença entre a superfície de áreas úmidas destruídas e as áreas úmidas criadas ou recuperadas.	<ul style="list-style-type: none"> • por ano • por projeto • por região de interesse • por bacia hidrográfica 	hectares
<i>Perdas de zonas úmidas de alta qualidade</i>	Zonas úmidas de alto valor afetadas para construção de infraestrutura de transportes	<ul style="list-style-type: none"> • por alternativa de traçado • por projeto 	hectares
<i>Percentual de zonas úmidas substituídas ou protegidas</i>	Distribuição percentual de zonas úmidas substituídas ou protegidas em relação a todas à área total	<ul style="list-style-type: none"> • por alternativa de traçado • por projeto • por região de interesse • por bacia hidrográfica 	porcentagem
<i>Mudança esperada na função ecológica das áreas úmidas como resultado da mitigação</i>	Identificar áreas úmidas que podem sofrer alteração da função ecológica em razão da mitigação da construção ou operação de uma infraestrutura de transporte	<ul style="list-style-type: none"> • por região • por área de influência 	hectares

Descrição curta do indicador	Consistência entre planos de zonas úmidas e planos de projetos de transporte		
O que mede?	Para as regiões que possuem planos de conservação e manejo de áreas úmidas, esta medida avalia o grau em que os planos de projeto de transporte são consistentes com o planejamento para conservação de zonas úmidas da região e o grau de coordenação com instituições responsáveis e demais partes interessadas. A avaliação da consistência baseia-se em uma avaliação qualitativa sobre se o projeto de transporte contribui ou prejudica as metas de conservação e planos de manejo de áreas úmidas.		
Categoria	Zonas úmidas		
Como usar?	<p><i>Plano a Longo Prazo</i> - Usado para fortalecer a credibilidade das metas ambientais no plano de longo prazo.</p> <p><i>Programas</i> - Usados para identificar áreas dentro de um corredor que podem exigir avaliações mais substanciais dos impactos das áreas úmidas ao buscar projetos de transporte. Pode ainda ser usado para avaliar a conformidade de um pacote de projetos de transporte com esforços de planejamento de zonas úmidas.</p> <p><i>Avaliação Ambiental de Projeto</i> - Usada para ajudar as agências a incorporarem soluções no projeto para evitar ou mitigação os danos.</p>		
Análise Preditiva?	Sim		
Dados requeridos	Planos de transporte e das zonas úmidas.		
Relevância para a tomada de decisões	Alta, pois o aumento das articulações com as partes interessadas e o alinhamento com planos de conservação de zonas úmidas potencializam ações de proteção e evitam danos a esse tipo de ecossistema.		
Tendências	Maiores consistências representam maior compatibilidade e alinhamentos com planos de conservação e manejo de zonas úmidas.		
Oportunidade de participação social	Alta		
Exemplos de medidas de desempenho	Descrição	Desagregação / Escala de análise	Unidade
<i>O projeto contribui para as metas e objetivos</i>	Compatibilizar os objetivos e metas do planejamento de	<ul style="list-style-type: none"> por abrangência do plano 	Não aplicável

<i>identificados no plano de zonas úmidas?</i>	transporte com o plano de conservação de zonas úmidas		
<i>Coordenação com a agência local de áreas úmidas (ou recursos naturais) para alinhar o projeto com as metas e objetivos</i>	<p>Analisar o nível de coordenação do empreendedor e/ou planejador com as agências responsáveis pela conservação das áreas úmidas, visando o alinhamento dos objetivos e metas</p>	<ul style="list-style-type: none"> • por área de jurisdição 	Não aplicável
<i>Impactos do projeto em áreas úmidas de alta qualidade, conforme identificado em planos de zonas úmidas</i>	<p>Avaliação do impacto de um projeto nas áreas úmidas de alta qualidade identificadas em planos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • por projeto 	-

Descrição curta do indicador	Impacto dos projetos de transporte no número e características das colisões entre animais e veículos
O que mede?	Identifica os pontos de travessia com risco de atropelamento de fauna nativa, subsidiando medidas de prevenção e mitigação, tais como concepção de projeto que permita o livre fluxo da fauna (OAE e túneis), passagens de fauna, cercas direcionadoras, etc. Essa medida fornece um perfil específico da espécie para a quantidade e distribuição espacial e temporal das colisões.
Categoria	Fauna silvestre
Como usar?	<p><i>Plano a Longo Prazo</i> - Usado para identificar locais no sistema de transporte que impactam significativamente as espécies e a segurança dos usuários.</p> <p><i>Programa</i> - Usados para ajudar na determinação de como minimizar os impactos na vida selvagem durante o planejamento do corredor e identificar oportunidades de conectar áreas de habitat.</p> <p><i>Avaliação Ambiental de Projetos</i> - Usado para avaliar as alternativas de traçado e do projeto para seus possíveis impactos à vida selvagem e as medidas mitigadoras nos principais corredores ecológicos.</p> <p><i>Monitoramento</i> – Usado para acompanhar o número, as espécies e os locais de atropelamentos de fauna silvestre, bem como a efetividade das medidas mitigadoras implementadas, subsidiando a complementação e correção de novas medidas.</p>
Análise Preditiva?	Sim
Dados requeridos	Locais de atropelamentos de fauna crônicos; migração de fauna conhecida ou prevista; áreas de habitat; áreas de conservação; levantamento de fauna; corredores ecológicos.
Relevância para a tomada de decisões	Alta, pois o conhecimento antecipado das principais ocorrências de travessia de fauna permite que a agência evite a inserção de uma infraestrutura no local ou, na impossibilidade, desenvolva projetos que evite os impactos de atropelamento de fauna (e.g. túneis e OAEs) e inclua passagens (inferior e superior) de fauna, visando a preservação das espécies e a segurança dos usuários.
Tendências	Quanto maiores os números de atropelamentos de fauna, piores são os resultados de medidas preventivas e mitigadoras.
Oportunidade de participação social	Alta

Exemplos de medidas de desempenho	Descrição	Desagregação / Escala de análise	Unidade
<i>Aumento da densidade das espécies</i>	Acompanha a densidade de espécies em períodos antes e após a implementação de projeto. Deve-se verificar os períodos e épocas com os aumentos e diminuições de atropelamentos. Identificar espécies ameaçadas, endêmicas e generalistas.	<ul style="list-style-type: none"> • Por zona de interesse • Por <i>hotspot</i> • Por segmento da rodovia. 	Número/área
<i>Tamanho da população de espécies indicadoras</i>	Identificar espécies características do ecossistema da região. Selecionar espécies específicas da fauna com características de animais com alta mobilidade.	<ul style="list-style-type: none"> • Por áreas com maiores possibilidades de registros. 	Número
<i>Número de colisões de veículos com animais contidos na lista de espécies ameaçadas de extinção</i>	Quantifica o número de colisões com animais contidos na lista de espécie ameaçadas de extinção ou com algum grau de ameaça. Utilizar lista de espécies da IUCN (União Internacional para Proteção da Natureza), do IBAMA (O Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis) e listas Estaduais (exemplo: Fauna Ameaçada de Extinção no Estado de São Paulo).	<ul style="list-style-type: none"> • Por empreendimento em operação • Por projeto • Por quilômetro da rodovia. 	Número
<i>Alteração no número de colisões entre veículos e animais</i>	Verificar após a instalação de medias mitigadoras, as alteração nos números de atropelamentos com avaliação da efetividade dos projetos implementados.	<ul style="list-style-type: none"> • Por rodovia • Por corredor ecológico • Por local com medida implementada • Por quilômetro da rodovia. 	Número
<i>Taxa de colisões entre veículos e animais por quilômetro</i>	Número de atropelamento de animais por ano dividido	<ul style="list-style-type: none"> • Por rodovia • Por região 	Número / quilômetro-ano

	pelo total de quilômetros monitorado	<ul style="list-style-type: none"> Em unidade de conservação 	
<i>Número de espécies de fauna nativa identificadas na área de influência do empreendimento por classe</i>	Identificar todos os animais da fauna nativa atropelados pela classe e espécie. Quantificar o número de espécies identificadas por classe.	<ul style="list-style-type: none"> Por zona de interesse Por rodovia Por quilômetro da rodovia. 	Número
<i>Número de projetos de preservação e proteção de espécies ameaçadas ou de restauração florestal</i>	Levantar e identificar projetos realizados ou em implantação relacionados com a fauna nativa local.	<ul style="list-style-type: none"> Por projeto Por rodovia em operação Por unidade de conservação na área de influência 	Número
<i>Variação percentual em número de espécies nativas</i>	Verificar as flutuações entre os atropelamentos a sazonalidade dos registros.	<ul style="list-style-type: none"> Por zona de interesse Por rodovia Por quilômetro da rodovia 	%
<i>Número de passagens de fauna</i>	Quantidade de passagens de fauna para atravessar a rodovia	<ul style="list-style-type: none"> Por rodovia Por quilômetro Por tipo de passagem (superior, inferior, sobre o túnel da rodovia, sob OAE's, etc.) 	Número
<i>Percentual da rodovia com proteção de fauna</i>	Extensão total da rodovia com alguma proteção prevista para a fauna silvestre, como passagens de fauna, cercas direcionadoras, livre passagem pela rodovia (OAE, túnel), etc, em relação à extensão total.	<ul style="list-style-type: none"> Por rodovia Por projeto Por tipo de medida de proteção 	%

FA-09. Equidade**EQ-01.1. Equidade no transporte**

Descrição curta do indicador	Distribuição justa dos benefícios de investimento em transporte
Categoria	Igualdade de acessibilidade
O que mede?	Avalia se o investimento em uma ampliação de infraestrutura de transporte irá distribuir, de maneira justa, os benefícios de transporte entre os diversos grupos sociais.
Como usar?	<p><i>Plano de Longo Prazo</i> - Usado para fornecer uma avaliação geral do estado do sistema de transporte. Também pode ser usado para avaliar necessidades de nível de projeto individual no contexto de planejamento de longo alcance.</p> <p><i>Programa</i> - Usado para identificar e comparar locais que requerem investimento.</p> <p><i>Avaliação Ambiental de Projeto</i> - Usado para comparar os benefícios do projeto entre os grupos sociais.</p>
Análise Preditiva?	Sim. Geralmente, é estimado usando um modelo de previsão de viagens regionais e dados socioeconômicos.
Dados requeridos	Tempos de viagem; faixa de renda; censo demográfico e socioeconômicos.
Relevância para a tomada de decisões	Alta, pois ajuda na decisão de investimento para beneficiar grupos menos favorecidos.
Oportunidade de participação social	Alta, por se tratar de assunto de interesse social, com oportunidade de tornar as informações mais transparentes aos grupos desfavorecidos.

Exemplos de medidas de desempenho	Descrição	Desagregação / Escala de análise	Unidade
<i>Variação no nível de serviço (LOS) para bairros favorecidos e não favorecidos</i>	Comparação das melhorias entre os níveis de serviço promovidos com investimentos em transporte em bairros favorecidos e não favorecidos	<ul style="list-style-type: none">• por bairro• por zona• por município• por faixa de renda	%
<i>Tempo médio de viagem por grupo de renda</i>	Calculo do tempo médio de viagem por faixa de renda	<ul style="list-style-type: none">• por faixa de renda• unidade geográfica (bairro, município, etc.)	minutos

<i>Oferta de transporte para pessoas com mobilidade reduzida</i>	Capacidade média diária de veículos especiais de transporte público para deslocamento de pessoas com mobilidade reduzida	<ul style="list-style-type: none">• por frota• por zona• por bairro	número ou %
<i>Variação de horas de atraso para populações desfavorecidas em comparação com toda a população</i>	Alteração do tempo perdido no trânsito pela população desfavorecida em comparação com a média da população	<ul style="list-style-type: none">• por município• por bairro	minutos
<i>Mudança no acesso a empregos e mercados para populações desfavorecidas em comparação com toda a população</i>	Alteração no nível de acessibilidade, em tempo de viagem, a empregos e mercados para população desfavorecidas em comparação com toda a população	<ul style="list-style-type: none">• por município• por bairro• por zona	minutos

Descrição curta do indicador	Capacidade de pagamento pelo transporte de grupos desfavorecidos
Categoria	Capacidade de pagamento
O que mede?	Avaliar a quantidade de pessoas de baixa renda em termos de transporte que se beneficiam de uma melhoria da acessibilidade devido a programas ou projetos de transportes
Como usar?	<p><i>Plano de Longo Prazo</i> - Usado para fornecer uma avaliação geral do estado do sistema de transporte. Também pode ser usado para avaliar necessidades de nível de projeto individual no contexto de planejamento de longo alcance.</p> <p><i>Programa</i> - Usado para identificar e comparar locais que requerem investimento, visando reduzir as desigualdades com os grupos menos favorecidos.</p> <p><i>Avaliação Ambiental de Projeto</i> - Usado para comparar os benefícios do projeto entre os grupos sociais.</p>
Análise Preditiva?	Sim. Geralmente, é estimado usando um modelo de previsão de viagens regionais e dados socioeconômicos.
Dados requeridos	Tempos de viagem; faixa de renda; censo demográfico e socioeconômicos; custos com transporte; número de desempregados.
Relevância para a tomada de decisões	Alta, pois ajuda na decisão de investimento para beneficiar grupos menos favorecidos.
Oportunidade de participação social	Alta, por se tratar de assunto de interesse social, com oportunidade de tornar as informações mais transparentes aos grupos desfavorecidos.

Exemplos de medidas de desempenho	Descrição	Desagregação / Escala de análise	Unidade
<i>Peso das despesas destinadas ao transporte no orçamento mensal</i>	Percentual de gasto da renda média mensal com transporte público sobre a renda média mensal	<ul style="list-style-type: none"> por grupos demográficos / sociais por modo por tipo de modo (coletivo e individual); por município por unidade geográfica <i>per capita</i> por faixa de renda 	%
<i>Despesas com mobilidade pessoal</i>	Valor médio mensal com mobilidade <i>per capita</i>	<ul style="list-style-type: none"> por faixa de renda 	R\$

<i>Parcela de domicílios de baixa renda que gastam mais de X % dos seus orçamentos em transporte</i>	Percentual de domicílio que comprometem a renda em X % (e.g. 20%) com transporte	<ul style="list-style-type: none"> • por município • por bairro 	%
<i>Variação relativa no índice de custos de transporte</i>	Variação do custo anual do transporte em relação à receita anual	<ul style="list-style-type: none"> • por carga • por modo 	%
<i>Redução dos custos de transporte atribuíveis a uma melhoria na infraestrutura de transporte</i>	Percentual de redução dos custos de transporte como benefício de investimento em infraestrutura de transporte	<ul style="list-style-type: none"> • por modo • por viagem • por tempo de viagem 	%
<i>Variação na proporção de pessoas desfavorecidas em termos de transporte para populações não desfavorecidas, que se beneficiam de uma melhoria da acessibilidade devido a programas ou projetos de transportes</i>	Alteração na proporcionalidade de pessoas mais favorecidas e não favorecidas em função da melhoria de acessibilidade promovida por investimento em transporte	<ul style="list-style-type: none"> • por unidade geográfica (bairro, zona, município, etc.) 	%
<i>Porcentagem de desempregados ou grupos de baixa renda da região que citam o acesso ao transporte como principal barreira à procura de emprego</i>	Quantidade de desempregados ou população de baixa renda que possuem dificuldades de transporte para procurar emprego	<ul style="list-style-type: none"> • por município • por bairro • por zona 	%

Descrição curta do indicador	Distribuição dos impactos socioambientais
Categoria	Distribuição dos impactos ambientais
O que mede?	A localização dos projetos e seu impacto no sistema de transporte pode ter impactos positivos e negativos que são distribuídos diferencialmente entre grupos de diferentes raças, etnias, níveis de renda ou outros grupos desfavorecidos. Assim, esse indicador avalia a distribuição relativa dos benefícios e custos ambientais de projetos na população afetada, com ênfase nos grupos desfavorecidos.
Como usar?	<p><i>Plano de Longo Prazo</i> - Usado para fornecer uma avaliação geral do estado do sistema de transporte. Também pode ser usado para avaliar necessidades de nível de projeto individual no contexto de planejamento de longo alcance.</p> <p><i>Programa</i> - Usado para identificar e comparar locais que requerem investimento, visando reduzir impactos significativos aos grupos menos favorecidos.</p> <p><i>Avaliação Ambiental de Projeto</i> - Usado para comparar os impactos negativos do projeto entre os grupos sociais.</p>
Análise Preditiva?	Sim. Geralmente, é estimado usando um modelo de previsão de impactos ambientais e dados socioeconômicos.
Dados requeridos	Tempos de viagem; faixa de renda; censo demográfico e socioeconômicos; qualidade do ar; níveis de ruído.
Relevância para a tomada de decisões	Média, pois ajuda avaliar a distribuição das externalidades a grupos menos favorecidos.
Oportunidade de participação social	Alta, pois tem a oportunidade de tornar as informações sobre futuros impactos socioambientais de forma mais transparentes aos grupos desfavorecidos.

Exemplos de medidas de desempenho	Descrição	Desagregação / Escala de análise	Unidade
<i>Relação entre a população não favorecida e a favorecida exposta a impactos negativos do programa ou projeto de transporte</i>	Total da população não favorecida exposta a determinado impacto negativo com o total da população favorecida exposta ao mesmo impacto	<ul style="list-style-type: none"> por unidade geográfica por tipo de impacto (ruído, qualidade do ar, fragmentação da vizinhança) 	Fração ou %
<i>Mudança nos impactos negativos para populações</i>	Alteração no grau de determinado impacto	<ul style="list-style-type: none"> por unidade geográfica 	%

*desfavorecidas em
comparação com toda a
população*

negativo para populações
desfavorecidas em relação
ao total da população

- por tipo de impacto
(níveis de ruído,
qualidade do ar e
conectividade)

Descrição curta do indicador	Alteração no nível de ruído nas proximidades do projeto ao longo da operação da rodovia
Categoria	Ruído ambiental
O que mede?	Mede os níveis de ruído previstos ao longo da operação de uma rodovia usando avaliação do ruído ambiente e modelos matemáticos, considerando a proximidade com receptores potencialmente críticos (residências, hospitais, igrejas, espaços públicos, escolas, etc.), próximos à área do projeto.
Como usar?	<p><i>Programa</i> - Usado para identificar o número total de residências ou usos principais usos do solo que estão atualmente sujeitos a altos níveis de decibéis.</p> <p><i>Avaliação Ambiental de Projeto</i> - Usado para identificar propriedades específicas sujeitas a níveis de ruído acima dos limites normativos ou que estarão sujeitos ao aumento dos níveis de ruído ambiente preexistentes para alternativas individuais no nível do projeto, bem como subsidiar potenciais mitigações.</p>
Análise Preditiva?	Sim, usando modelos matemáticos de previsão sonora.
Dados requeridos	Volume de tráfego; velocidade e tipos de veículos; tipo e localização de barreiras sonoras; locais de residências, população e demais receptores potencialmente críticos; dados do pavimento.
Relevância para a tomada de decisões	Alta, pois ajuda na decisão pela alternativa de projeto menos impactante e reduz a alteração permanente dos níveis sonoros à comunidade lindeira.
Oportunidade de participação social	Alta, por se tratar de assunto de interesse da comunidade impactada.

Exemplos de medidas de desempenho	Descrição	Desagregação / Escala de análise	Unidade
<i>Identificação dos receptores potencialmente críticos</i>	Quantifica e/ou mapeia os receptores potencialmente críticos localizados nas áreas de influência do empreendimento proposto	<ul style="list-style-type: none"> • Por projeto • Por município • Por bairro 	Número ou lista
<i>Nível de Ruído Ambiente - LAeq em Receptores Potencialmente Críticos (RPC)</i>	Avalia o ruído ambiente antes da implantação de um empreendimento (linha base)	<ul style="list-style-type: none"> • Por RPC • Por bairro / comunidade • Por período (diurno, noturno) 	dB(A)
<i>Aumento dos níveis de ruído em receptores</i>	Calcula-se o acréscimo de ruído em receptores	<ul style="list-style-type: none"> • Por horizonte temporal (10, 30, 45 anos) 	dB(A)

<i>sensíveis (escolas, igrejas, hospitais, residências, locais públicos de reunião, etc.)</i>	sensíveis face à operação da rodovia	<ul style="list-style-type: none"> • Por projeto • Por receptores sensíveis • Por período (diurno, noturno) 	
<i>Número de residências expostas a ruído acima dos limites normativos</i>	Refere-se ao número de residências que estarão expostas a níveis de ruído acima dos limites estabelecidos pelas normas (locais, estaduais, federais), em função do sistema de transporte	<ul style="list-style-type: none"> • Por horizonte temporal (10, 30, 45 anos) • Por projeto • Por unidade geográfica (bairro, município) • Por segmento rodoviário 	número
<i>População residencial exposta a níveis de pressão sonora acima dos padrões normativos</i>	Quantidade (ou percentual) de pessoas que habitam um determinado local exposta a níveis de pressão sonora maior que X decibéis (e.g. 60 dBA), cuja causa é atribuível ao sistema de transporte	<ul style="list-style-type: none"> • Por horizonte temporal (10, 30, 45 anos) • Por projeto • Por unidade geográfica (bairro, município) 	número ou %
<i>Porcentagem de sistema de transporte que demandará medidas de atenuação acústica</i>	Extensão da infraestrutura que exige tratamento acústico para mitigar o ruído a níveis aceitáveis em relação ao total	<ul style="list-style-type: none"> • Por projeto • Por tipo de medida (e.g. barreiras acústicas, pavimento silencioso, etc.) 	%
<i>Área urbanizada impactada com níveis de ruído</i>	Área urbanizada (ou número de edificações) que sofrerá acréscimo de níveis sonoros em relação à linha base	<ul style="list-style-type: none"> • Por projeto • Por unidade geográfica (bairro, município) • Por faixa de variação (5, 10, 15 ou maior que 15 decibéis) 	km ² ou número
<i>Número de residências em que o nível de ruído diminui do nível de ruído preexistente (linha base)</i>	Quantidade de residências que se beneficiarão com a redução dos níveis sonoros em função da redução do volume de tráfego proporcionados por um novo empreendimento	<ul style="list-style-type: none"> • Por unidade geográfica 	número

Descrição curta do indicador	Alteração nas características visuais que definem a identidade da comunidade		
Categoria	Intrusão visual		
O que mede?	<p>Mede o impacto da intrusão visual de uma nova infraestrutura de transporte, que pode provocar alteração em elementos visuais ou estéticos que representam a identidade de uma comunidade.</p> <p>O impacto de um projeto na qualidade visual pode ser medido pelo número de casas ou outros edifícios dos quais o empreendimento proposto seria visível, se um ou mais elemento da paisagem (natural ou cultural) seria parcial ou totalmente bloqueado de um número significativo de pontos de vista, ou outro método a ser definido. A coleta de dados para mensuração dessas medidas pode ser realizada por meio de uma combinação de pesquisas de preferência visual, análise com SIG (Sistema de Informações Geográficas) de linha de visão (pontos de vistas) e outras técnicas de modelagem.</p>		
Como usar?	<p><i>Programa</i> - Usados para identificar áreas com recursos e elementos visuais significativos ou áreas onde os recursos visuais são ou poderão ser afetados significativamente pela infraestrutura de transporte.</p> <p><i>Avaliação Ambiental de Projeto</i> - Usada para avaliar as alternativas de traçado e do projeto por seu impacto na qualidade visual, podendo subsidiar a definição de medidas mitigadoras para ser incorporadas no projeto executivo.</p>		
Análise Preditiva?	Sim, inserindo o projeto em modelos digitais do terreno.		
Dados requeridos	Cadastro das edificações; mapeamento do uso do solo; levantamento planialtimétrico; localização dos principais elementos da paisagem natural e cultural.		
Relevância para a tomada de decisões	Média, pois ajuda na decisão pela alternativa de projeto menos impactante à comunidade lindeira e ajuda na aceitação social do projeto.		
Oportunidade de participação social	Alta, por se tratar de assunto relevante de interesse da comunidade impactada.		
Exemplos de medidas de desempenho	Descrição	Desagregação / Escala de análise	Unidade
Número de casas ou outros edifícios de que o projeto será visível	Quantidade de casas ou edifícios que podem visualizar a infraestrutura projetada	<ul style="list-style-type: none"> Por projeto Por faixa de distância (e.g. até 100, 200 ou 300 metros) Por bairro 	número

		<ul style="list-style-type: none"> • Por município 	
<i>Principais elementos da paisagem bloqueados de um ponto de vista</i>	Quantidade de elementos relevantes da paisagem que serão, parcialmente ou totalmente, bloqueados pela infraestrutura projetada	<ul style="list-style-type: none"> • Por projeto • Por tipo de elemento (natural ou cultural) • Por bairro • Por município 	Número. Listar os elementos principais.
<i>Porcentagem de perímetro do empreendimento protegidos por vegetação natural ou objeto nativo similar</i>	Extensão do perímetro do empreendimento que é protegido por vegetação natural ou objeto nativo similar, em relação ao perímetro total	<ul style="list-style-type: none"> • Por projeto • Por faixa de distância (visto a 100, 200 ou 300 metros) 	%
<i>Qualidade estética de trechos viários em áreas urbanizadas</i>	Medidas de valorização estética e paisagística de trechos viários que atravessam áreas urbanizadas	<ul style="list-style-type: none"> • Por projeto • Por bairro • Por comunidade • Por município 	Lista e descrição das medidas
<i>Área (ou percentual) de inserção urbana</i>	Área da infraestrutura projetada dentro de zonas urbanizadas, a ser construída em superfície (terrapleno) ou OAE's (pontes e viadutos)	<ul style="list-style-type: none"> • Por projeto • Por bairro • Por município • Por comunidade 	Km ² ou %

Descrição curta do indicador	Mudança nas conexões físicas em nível de vizinhança que unem moradores e empresas
Categoria	Segregação Urbana
O que mede?	Mede o impacto causado pela segregação urbana, o qual prejudica as conexões físicas de vizinhança que unem moradores e empresas, afetando a coesão geral da comunidade. Esse indicador pode ser medido pelo número de residências e empresas a serem realocadas; mudança prevista em viagens a pé; mudança nos tempos de viagem entre os pontos vizinhos da comunidade; e principais percursos cortados ou reconectados como resultado de um projeto.
Como usar?	<p><i>Programa</i> - Usado para identificar projetos em bairros com problemas potenciais de segregação ou oportunidades para melhorar a coesão por meio de projetos.</p> <p><i>Avaliação Ambiental de Projeto</i> - Usado para avaliar alternativas de traçado que impactam a coesão da comunidade e subsidiar concepção de projetos para sua mitigação.</p>
Análise Preditiva?	Sim, inserindo sobrepondo o projeto em imagens e/ou com o mapeamento do uso e ocupação do solo, bem como utilizando modelos de viagens.
Dados requeridos	Dados de população e habitação do censo demográfico - IBGE ou similar; dados sobre localizações de empresas; mapeamento do sistema viário; dados de modelos de viagens / percursos.
Relevância para a tomada de decisões	Alta, pois ajuda na decisão pela alternativa de projeto menos impactante à comunidade lideira e ajuda na aceitação social do projeto.
Oportunidade de participação social	Alta, por se tratar de assunto relevante de interesse da comunidade impactada.

Exemplos de medidas de desempenho	Descrição	Desagregação / Escala de análise	Unidade
<i>Interferência com habitação e unidades produtivas</i>	Número de edificações a ser removidas e/ou realocadas devido ao programa ou projeto	<ul style="list-style-type: none"> por tipo (habitacionais, equipamentos públicos, comerciais, rurais, etc.) por regularidade (formal ou sub-normal) por comunidade por tamanho 	número

<i>Mudança prevista em viagens com modos não-motorizados</i>	Alteração de tempo das viagens entre bairros lindeiros ou entre um bairro e algum equipamento público/social por modo não motorizado, provocado pela inserção da infraestrutura de transporte em área urbanizada	<ul style="list-style-type: none"> • por ou entre bairro • por município • por tipo de transporte não-motorizado (caminhada, bicicleta, etc.) 	minutos
<i>Alteração de percurso em viagens a pé</i>	Alteração na distância em função de mudança de percursos de pedestres	<ul style="list-style-type: none"> • por ou entre bairro • por município 	metros
<i>Percursos seccionados pelo projeto de transporte</i>	Número de percursos (ruas, etc.) interrompidos pela implantação de um empreendimento	<ul style="list-style-type: none"> • por projeto • por tipo de percurso (vias, ciclovias, calçadas, etc.) • por município 	unidade
<i>Percursos (re)conectados pelo projeto de transporte</i>	Número de percursos que podem ser conectados ou reconectados como resultado do empreendimento	<ul style="list-style-type: none"> • por projeto • por tipo de percurso (vias, ciclovias, calçadas, etc.) • por município 	número
<i>Fragmentação do tecido urbano</i>	% ou extensão do projeto em área urbanizada	<ul style="list-style-type: none"> • por projeto • por município 	% ou km
<i>Cruzamentos compatibilizados com o viário urbano</i>	Número de passagens em desnível (inferior ou superior) e extensão de vias marginais	<ul style="list-style-type: none"> • por projeto • por município 	número e km
<i>Provimento de passarelas</i>	Quantidade de passarelas previstas, em número bruto ou por extensão urbana seccionada	<ul style="list-style-type: none"> • por projeto • por município 	número ou unidade/km

Descrição curta do indicador	Análise e gerenciamento de riscos e o atendimento a emergências ambientais
Categoria	Riscos e emergências
O que mede?	Contribui para avaliar os riscos, bem como a capacidade de gerenciamento dos mesmos e do atendimento a emergências, face à implantação de infraestrutura e a operação da rodovia.
Como usar?	<p><i>Programa</i> - Usado para identificar locais com alto risco por meio da sobreposição de dados de uso e ocupação do solo com vulnerabilidades ambientais.</p> <p><i>Avaliação Ambiental de Projeto</i> - Usado para avaliar alternativas de traçado e subsidiar concepção de projetos para prevenção de danos.</p>
Análise Preditiva?	Sim, inserindo sobrepondo o projeto em imagens e/ou com o mapeamento do uso e ocupação do solo e vulnerabilidades ambientais.
Dados requeridos	Volume de tráfego; mapeamento de vegetação; mapeamento de risco geológico-geotécnico; dados de acidentes e incidentes; dados de tráfego de cargas perigosas; custo de desastres; mapeamento de uso e ocupação do solo; projeto da rodovia
Relevância para a tomada de decisões	Alta, pois tem relação direta com a prevenção de danos.
Oportunidade de participação social	Alta, por se tratar de assunto relevante de interesse da comunidade impactada.

Exemplos de medidas de desempenho	Descrição	Desagregação / Escala de análise	Unidade
<i>Domicílios em áreas de risco</i>	Número de residências em áreas de risco	<ul style="list-style-type: none"> • Por região • Por comunidade • Por bairro • Por projeto • Por rodovia 	número
<i>Gerenciamento de riscos</i>	Existência de ações e/ou instrumentos de gerenciamento de riscos. Quais?	<ul style="list-style-type: none"> • Por município • Por projeto • Por obra 	Sim/não, número e lista
<i>Número de mortes relacionadas a desastres naturais</i>	Quantidade de fatalidades relacionadas a desastres naturais	<ul style="list-style-type: none"> • Por município • Por 100.000 habitantes • Por bairro na área de influência 	número

		<ul style="list-style-type: none"> • Por ano 	
<i>Atualização dos planos de emergência</i>	Porcentagem de planos de emergência ambientais em vigor / atualizados em relação ao total de planos necessários	<ul style="list-style-type: none"> • Por projeto • Por rodovia 	%
<i>Tráfego de cargas perigosas</i>	Número de viagens transportando cargas perigosas por ano	<ul style="list-style-type: none"> • Por ano 	Volume de tráfego / ano
<i>Alteração no número de incidentes/acidentes envolvendo produtos perigosos</i>	Variação do número de incidentes/acidentes que envolvem o transporte de produtos perigosos acidentes em função de programas e projetos de transportes	<ul style="list-style-type: none"> • Por modo • Por projeto • Por rodovia • Por segmento rodoviário • Por tipo de produto perigoso • Por ano • Por volume de tráfego 	número
<i>Quantidade de materiais perigosos derramados em incidente/acidente de transporte</i>	Quantidade de materiais perigosos derramados em função de acidentes durante o transporte	<ul style="list-style-type: none"> • Por modo • Por projeto • Por rodovia • Por tipo de produto perigoso • Por tipo de acidente • Por ano • Por volume de tráfego 	m ³
<i>Perda econômica devido a desastres</i>	Quantidade de perdas econômicas e de infraestrutura incorrida como um resultado direto de desastres	<ul style="list-style-type: none"> • Por ano • Por tipo de perda • Por tipo de desastre (alagamento, escorregamento, etc.) • Por unidade geográfica (região, município ou bairro) 	número
<i>Afetados por eventos climáticos extremos</i>	Registros de afetados ou vulneráveis à eventos climáticos extremos como alagamentos, deslizamentos, enxurradas, inundações, dentre outros	<ul style="list-style-type: none"> • Por região de interesse 	número
<i>Monitoramento e alertas de desastres naturais</i>	Existência de um centro de monitoramento e alertas de desastres naturais	<ul style="list-style-type: none"> • Por região de interesse 	sim/não. Listar.
<i>Alteração tempo de resposta a emergências com a comunidade</i>	Tempo de resposta de emergência atual versus tempo de resposta de emergência previsto	<ul style="list-style-type: none"> • Por bairro • Por comunidade • Por segmento rodoviário 	minutos

	(modelado) após a conclusão do projeto, necessário para que grupos de combate a emergências (polícia, bombeiros, defesa civil, médicos, etc.) possam chegar a uma comunidade		
<i>Redução das viagens dentro da malha urbana</i>	Redução no número e/ou na extensão das viagens dentro da malha urbana em decorrência do desvio do volume de tráfego para um novo empreendimento rodoviário, em particular de veículos com cargas perigosas	<ul style="list-style-type: none"> • Por projeto • Por trecho viário urbano • Por município • Por região 	Número e/ou metros
<i>Percentual da rodovia protegida contra vazamento de produtos perigosos</i>	Extensão da rodovia provida de sistema de drenagem com contenção produtos perigosos, como caixas de retenção, trechos sem saída d'água e dispositivos de retardamento do escoamento desses produtos	<ul style="list-style-type: none"> • Por rodovia • Por projeto • Por segmento 	%
<i>Porcentagem de florestas remanescentes no entorno da rodovia protegidas contra a ocorrência de incêndios</i>	Extensão das florestas remanescentes no entorno da rodovia que dispõe de medidas de proteção contra a ocorrência de incêndios, em relação à extensão total de florestas no entorno	<ul style="list-style-type: none"> • Por rodovia • Por projeto • Por medida de proteção 	%
<i>Possibilidade de afetação de pontos de captação de água por produtos perigosos</i>	Tempo ou distância de um vazamento de produto perigoso alcançar um ponto de captação de água para abastecimento	<ul style="list-style-type: none"> • Por rodovia • Por projeto 	Minutos ou metros