



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS (UFG)  
FACULDADE DE ARTES VISUAIS (FAV)  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO PROJETO E CIDADE (PPGG-PC)

SUELEN CRISTINA DOS SANTOS DE SOUZA

**Análise sistêmica de impactos de anéis viários na mobilidade e na estrutura espacial urbana: um estudo de caso na região metropolitana de Goiânia.**

GOIÂNIA  
2022



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
FACULDADE DE ARTES VISUAIS

## TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO (TECA) PARA DISPONIBILIZAR VERSÕES ELETRÔNICAS DE TESES

### E DISSERTAÇÕES NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a [Lei 9.610/98](#), o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou download, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

O conteúdo das Teses e Dissertações disponibilizado na BDTD/UFG é de responsabilidade exclusiva do autor. Ao encaminhar o produto final, o autor(a) e o(a) orientador(a) firmam o compromisso de que o trabalho não contém nenhuma violação de quaisquer direitos autorais ou outro direito de terceiros.

#### 1. Identificação do material bibliográfico

Dissertação     Tese

#### 2. Nome completo do autor

Suelen Cristina dos Santos de Souza

#### 3. Título do trabalho

ANÁLISE SISTÊMICA DE IMPACTOS DE ANÉIS VIÁRIOS NA MOBILIDADE E NA ESTRUTURA ESPACIAL URBANA: Um estudo de caso na Região Metropolitana de Goiânia.

#### 4. Informações de acesso ao documento (este campo deve ser preenchido pelo orientador)

Concorda com a liberação total do documento  SIM     NÃO<sup>1</sup>

[1] Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. Após esse período, a possível disponibilização ocorrerá apenas mediante:

**a)** consulta ao(a) autor(a) e ao(a) orientador(a);

**b)** novo Termo de Ciência e de Autorização (TECA) assinado e inserido no arquivo da tese ou dissertação.

O documento não será disponibilizado durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.

**Obs. Este termo deverá ser assinado no SEI pelo orientador e pelo autor.**



Documento assinado eletronicamente por **Erika Cristine Kneib, Professora do Magistério Superior**, em 09/06/2022, às 10:16, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

Documento assinado eletronicamente por **SUELEN CRISTINA DOS SANTOS DE SOUZA, Discente**, em 10/06/2022, às 09:31, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do



[Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.](#)

---



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site

[https://sei.ufg.br/sei/controlador\\_externo.php?](https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0)

[acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **2965753** e o código CRC **F550D39A**.

---

Referência: Processo nº 23070.006520/2022-11

SEI nº 2965753

SUELEN CRISTINA DOS SANTOS DE SOUZA

**Análise sistêmica de impactos de anéis viários na mobilidade e na estrutura espacial urbana: um estudo de caso na Região Metropolitana de Goiânia.**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação Projeto e Cidade, da Faculdade de Artes Visuais, da Universidade Federal de Goiás (UFG), como requisito para a obtenção do título de mestre em Projeto e Cidade.

Área de concentração: Projeto, Teoria, História e Crítica.

Linha de pesquisa: Processos e Tecnologias de Projeto e Planejamento (B).

Orientadora: Professora Doutora Érika Cristine Kneib.

GOIÂNIA  
2022

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Souza, Suelen Cristina dos Santos de  
Análise sistêmica de impactos de anéis viários na mobilidade e na estrutura espacial urbana: [manuscrito] : um estudo de caso na Região Metropolitana de Goiânia. / Suelen Cristina dos Santos de Souza. - 2022.  
CCXXIII, 223 f.: il.

Orientador: Profa. Dra. Érika Cristine Kneib.  
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Faculdade de Artes Visuais (FAV), Programa de Pós-graduação em Projeto e Cidade, Goiânia, 2022.  
Bibliografia. Anexos. Apêndice.  
Inclui siglas, mapas, gráfico, tabelas, lista de figuras.

1. Anéis Viários. 2. Mobilidade Urbana e Metropolitana. 3. Estrutura Espacial Urbana. 4. Abordagem sistêmica. 5. Região Metropolitana de Goiânia. I. Kneib, Érika Cristine, orient. II. Título.

CDU 72



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS

FACULDADE DE ARTES VISUAIS

**ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO**

Ata nº **03/2022** da sessão de Defesa de Dissertação de **Suelen Cristina dos Santos de Souza**, que confere o título de Mestre(a) em **Projeto e Cidade**, na área de concentração em **Projeto, Teoria, História e Crítica**.

Ao/s **dezoito de fevereiro de dois mil e vinte e dois**, a partir da(s) **nove horas**, através de webconferência, realizou-se a sessão pública de Defesa de Dissertação intitulada **“ANÁLISE SISTÊMICA DE IMPACTOS DE ANÉIS VIÁRIOS NA MOBILIDADE E NA ESTRUTURA ESPACIAL URBANA: Um estudo de caso na Região Metropolitana de Goiânia.”**. Os trabalhos foram instalados pelo(a) Orientador(a), Professor(a) Doutor(a) **Erika Cristine Kneib (FAV/UFG)** com a participação dos demais membros da Banca Examinadora: Professor(a) Doutor(a) **Licínio da Silva Portugal (COPPE/UFRJ)**, membro titular externo; Professor(a) Doutor(a) **Luana Miranda Esper Kallas (FAV/UFG)**, membro titular interno. Durante a arguição os membros da banca **não fizeram** sugestão de alteração do título do trabalho. A Banca Examinadora reuniu-se em sessão secreta a fim de concluir o julgamento da Dissertação, tendo sido(a) o(a) candidato(a) **aprovado(a)** pelos seus membros. A banca destaca a qualidade da dissertação, que aborda um tema bastante relevante e representa uma contribuição ao atual estado da arte. A banca recomenda ainda a publicação dos resultados, de forma a socializar o conhecimento gerado. Proclamados os resultados pelo(a) Professor(a) Doutor(a) **Erika Cristine Kneib**, Presidente da Banca Examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar, lavrou-se a presente ata que é assinada pelos Membros da Banca Examinadora, ao(s) **dezoito de fevereiro de dois mil e vinte e dois**.

TÍTULO SUGERIDO PELA BANCA



Documento assinado eletronicamente por **Erika Cristine Kneib, Professora do Magistério Superior**, em 22/02/2022, às 07:51, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Luana Miranda Esper Kallas, Professora do Magistério Superior**, em 22/02/2022, às 08:31, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Licínio da Silva Portugal, Usuário Externo**, em 22/02/2022, às 11:34, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.ufg.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **2679918** e o código CRC **6B7730E1**.

**Referência:** Processo nº 23070.006520/2022-11

SEI nº 2679918

## **Agradecimentos**

Agradeço à Deus por permitir, primeiramente, minha vinda ao mundo e, depois, por me manter viva e saudável em tempos tenebrosos de pandemia como os atuais, preservando também meus queridos mais próximos.

Agradeço aos meus pais e familiares próximos, pessoas humildes mas que sempre prezaram pelo estudo, pelo saber e me instigam desde nova a buscar conhecimento.

Os agradeço também pelo caráter que me ajudaram a forjar junto ao seio familiar, mesmo com todas as limitações.

Agradeço à minha trajetória pessoal, minha história, ainda que imperfeita, perfeita do seu modo, que tanto me ensina dia após dia.

Agradeço ao meu esposo Caio, companheiro de uma vida, parceiro de sonhos e de lutas cotidianas. Obrigada pelo precioso apoio e entendimento fundamentais.

Agradeço às Universidades públicas pelas quais passei, por terem me proporcionado saber gratuito de qualidade imensurável.

Agradeço a todos os professores que passaram pela minha trajetória, especialmente os professores José Barki, Ana Lúcia Britto e Cláudio Ribeiro (UFRJ); Abner Calixter, Caio Frederico e Marta Romero (UnB); e todos os professores do Programa de Pós-Graduação da UFG.

Agradeço em especial à minha orientadora professora dra. Erika Kneib, pelos seus ensinamentos valiosíssimos e didática impecável. Obrigada também pela paciência e compreensão.

Agradeço, por fim, aos professores Licínio Portugal e Luana Kallas, por suas contribuições necessárias e atentas a este trabalho.



*“A voz do anjo sussurrou no meu ouvido  
Eu não duvido já escuto os teus sinais  
Que tu virias numa manhã de domingo  
Eu te anuncio nos sinos das catedrais  
Tu vens, tu vens  
Eu já escuto os teus sinais”*

*Dedico essas palavras à minha nova companheirinha que está por vir, minha querida Lelê.*

## **RESUMO**

Atendendo a uma necessidade específica do sistema de transportes, os anéis viários se propõem à melhoria do tráfego intraurbano, desviando o fluxo de passagem de pessoas e cargas. Porém, a acessibilidade por eles promovida atua na estruturação espacial dos territórios, integrando-os ou segregando-os tanto fisicamente quanto socialmente. Sem um planejamento multidisciplinar, podem proporcionar uma melhoria temporária dos fluxos por modos motorizados, mas posteriormente tendem a transformar espacialmente o território, ocasionando ocupação dispersa. Quando isso acontece, o traçado pode ser absorvido pela malha local e se tornar uma via de fluxo intraurbano, contrariando seus objetivos de implantação. Isso provoca a necessidade de construção de novos anéis viários mais externos concêntricos, num ciclo de multiplicação rodoviária. Essa prática tem essência na abordagem analítica/especialista, que entende o planejamento dos transportes separado do território, e implementa rodovias de forma isolada das outras pastas da gestão – inclusive da mobilidade, que possui ligação íntima com a acessibilidade. A pesquisa busca, portanto, identificar e analisar de maneira sistêmica as relações existentes entre anéis viários, mobilidade e estrutura espacial urbana, considerando uma definição mais ampla dessas variáveis. Entende-se que essas relações refletem as potenciais tendências de impactos envolvidos neste sistema. Justifica-se pela necessidade de uma mudança na abordagem do planejamento, mais sistêmica e articulada. A Teoria Geral dos Sistemas é usada como ferramenta fundamental da abordagem metodológica, que tem natureza exploratória e se utiliza de revisão sistemática, bibliográfica e cartográfica. Para aplicação do método, foi escolhida a Região Metropolitana de Goiânia, na qual foi analisado um trecho de traçado do anel viário proposto, chamado popularmente de “desvio da BR”. Como resultados, identificou-se um subsistema cujos elementos e interações refletem os impactos procurados, diagramados em rede. Apesar de exemplificativa, a amostra identificada revela pontos cruciais do planejamento que devem receber atenção para que se cumpra o intento previsto, considerando-se impactos territoriais, ambientais, político-sociais e nos transportes.

**PALAVRAS-CHAVE:** Anéis Viários; Mobilidade Urbana e Metropolitana; Estrutura Espacial Urbana; Abordagem sistêmica; Região Metropolitana de Goiânia.

**ABSTRACT:**

To respond a specific need of the transportation system, the ring roads are intended to improve intra-urban traffic, diverting the flow of people and loads. However, like highways, they act in the spatial structuring of territories, providing accessibility, integrating or segregating them. Without multidisciplinary planning, they may provide a temporary improvement in the flow of motorized traffic, but later tend to spatially transform the territory, causing disperse occupation. When this happens, the highway may be absorbed by the local traffic and become an intra-urban flow street, contrary to its implementation objectives. This causes the need to build new concentric outermost ring roads, in a cycle of road multiplication. This practice has its essence in the analytical/specialist approach, which understands planning in a fragmented way when it operates transportation planning separate from territorial planning and implements highways in isolation from other management departments. The research aims, therefore, to identify and analyze in a systemic approach the existing relations between ring roads, mobility and urban spatial structure, creating a methodological procedure for the construction of this subsystem. It is understood that the elements and relations therein reflect its potential impact trends. It is justified by the need for a change in the planning approach, more systemic and articulated among road rings, mobility and urban spatial structure. General Systems Theory is used as a fundamental tool in the methodology approach, that has an exploratory nature and uses systematic and bibliographic review and cartographic analysis. To apply the method, the Metropolitan Region of Goiânia was chosen, in which a section of the proposed ring road was analyzed. As results, a subsystem was identified whose elements and interactions reflect the impacts sought, diagrammed in a network. Although exemplary, the sample identified reveals crucial points of the planning that must receive attention to fulfill the intended purpose, considering the territorial, environmental, political-social and transportation impacts.

Keywords: Ring Roads; Urban and Metropolitan Mobility; Urban Spatial Structure; Systemic Approach; Metropolitan Region of Goiânia.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Formas urbanas .....	34
Figura 2: Desenvolvimento das regiões de entroncamento entre rodovias em alças de acesso - usos e atividades .....	38
Figura 3: Esquema explicativo do Sistema Nacional de Mobilidade Urbana segundo a legislação atual brasileira .....	46
Figura 4: Fases da metodologia de Maciel (2008) - eventos qualitativos e quantitativos.....	66
Figura 5: Mapa de fluxos causais do sistema dinâmico.....	66
Figura 6: Simulação computacional quantitativa de aspectos positivos e negativos de uma dado elementos ou característica (indicador) do sistema .....	67
Figura 7: Diagrama de Loop Causal proposto por Fontoura (2019). Fonte: Fontoura (2019). .....	68
Figura 8: Exemplo de transformação dos indicadores em fórmula matemática para mensuração quantitativa do impacto .....	68
Figura 9: Exemplo de transformação dos indicadores em fórmula matemática para mensuração quantitativa do impacto .....	68
Figura 10: Extensão do Arco Metropolitano dividida em áreas de paisagem para análises.....	69
Figura 11: Frases-conceito sorteadas para debates e análises detalhadas .....	70
Figura 12: Exemplo de cenário negativo estudado por uma das áreas de paisagem. ....	70
Figura 13: Capa do estudo executado .....	71
Figura 14: Mapa de uso e ocupação do trecho de rodovial analisado.....	72
Figura 15: Esquema genérico do funcionamento sistêmico .....	75
Figura 16: Mapeamento em rede, segundo fluxo de pensamento sistêmico .....	77
Figura 17: Esquema preliminar de entendimento das categorias de impacto - diversidade de setores da gestão que se relacionam com níveis vários .....	83
Figura 18: Esquema que retrata as categorias frequentemente estabelecidas pelos EIAs .....	84
Figura 19: Esquema que retrata a categorização escolhida inicialmente dos sistemas de impactos.....	84

Figura 20: Diagrama do grande sistema geral: impactos de rodovias nas dimensões ambiental, social, econômica e governança/planejamento (colorido). .....	90
Figura 21: Diagrama do grande sistema geral: impactos de rodovias nas dimensões ambiental, social, econômica e governança/planejamento (P/B). .....	91
Figura 22: Diagrama do subsistema de mobilidade urbana (MOB) – elementos destacados em azul e ao fundo, em pontinhos menores, os elementos não pertencentes diretamente ao subsistema .....	93
Figura 23: Diagrama do subsistema de estrutura espacial urbana (EEU) – elementos destacados em vermelho e ao fundo, em pontinhos menores, os elementos não pertencentes diretamente ao subsistema .....	94
Figura 24: Diagrama do subsistema anéis viários (AV) – elementos destacados em roxo e ao fundo, em pontinhos menores, os elementos não pertencentes diretamente ao subsistema .....	95
Figura 25: Diagrama do subsistema proveniente da união dos subsistemas de mobilidade e de estrutura espacial urbana (MOB U EEU) – elementos destacados em marrom claro e ao fundo, em pontinhos menores, os elementos não pertencentes diretamente ao subsistema .....	96
Figura 26: Diagrama do subsistema intersecção entre o subsistema AV com o subsistema união (MOB U EEU) – elementos destacados em marrom escuro e ao fundo, em pontinhos menores, os elementos não pertencentes diretamente ao subsistema .....	97
Figura 27: Porcentagem de elementos por dimensão. ....	107
Figura 28: Elemento "acessibilidade" (em azul) e suas 28 interações diretas (tons de cinza). ....	113
Figura 29: Elemento "fluxos vicinais" (cor laranja) e suas 3 interações diretas (tons de cinza). ....	114
Figura 30: RMG em cor cinza, ao centro da imagem colorida. ....	118
Figura 31: Mapa com áreas urbanas centrais na RMG - contempla boa parte da Capital, Goiânia e de sua vizinha, Aparecida de Goiânia (fronteira a Sul). ....	119
Figura 32: Estatísticas da ocupação populacional. ....	120
Figura 33: Prognóstico da expansão urbana na RMG. ....	121
Figura 34: Rede viária da cidade de Goiânia. ....	123
Figura 35: Mapa preliminar de divulgação do primeiro desenho do trecho analisado (porção leste do anel viário proposto), chamado de "desvio da BR-153). ....	125

Figura 36: Esquema geral de implantação do anel viário proposto para a RMG. ...	126
Figura 37: Mapa do Relatório de tráfego encomendado em 2010 (2).....	126
Figura 38: Mapa do Relatório de tráfego encomendado em 2010. ....	127
Figura 39: Elementos similares aos do subsistema “AV ∩ (MOB U EEU)” na AID do estudo de caso.....	132
Figura 40: Elementos similares aos do subsistema “AV ∩ (MOB U EEU)” na AII do estudo de caso.....	133
Figura 41: Elementos similares aos do subsistema “AV ∩ (MOB U EEU)” na AID+AII do estudo de caso.....	134
Figura 42: Característica 40 demarcada. ....	137
Figura 43: Característica 2 demarcada. ....	139
Figura 44: Trecho extraído do P.D. de Senador Canedo explicitando os planos de crescimento da cidade e suas direções. Fonte: Senador Canedo (2020).....	140
Figura 45: Características 1, 4, 14 e 15 demarcadas. ....	141

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1</b> - Fluxo de processamento de fases da metodologia proposta. ....	25
<b>Quadro 2</b> - Síntese de conceitos referenciais sobre Estrutura Espacial Urbana. ....	32
<b>Quadro 3</b> - Classes de rodovias no Brasil. ....	53
<b>Quadro 4</b> - Níveis de serviço viário e suas características.....	53
<b>Quadro 5</b> - Dimensões da sustentabilidade e uma adicional. ....	88
<b>Quadro 6</b> - Legenda dos diagramas - Número e elemento correspondente .....	98

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Quantitativo de documentos buscados na RSL. ....	85
<b>Tabela 2</b> - Ranking das dimensões com mais elementos envolvidos na classificação – sugestão de hierarquia de relações/ impactos. ....	99
<b>Tabela 3</b> - Ranking de elementos segundo suas quantidades de interações – sugestão de hierarquia de relações/ impactos. ....	105
<b>Tabela 4</b> - Ranking de características do estudo de caso que mais se relacionaram (ou interagiram) com os elementos do subsistema “AV ∩ (MOB U EEU)”.....	135



## **ABREVIATURAS E SIGLAS**

AGETOP – Agência Goiana de Infraestrutura e Transportes

ANTP – Agência Nacional de Transportes Públicos

Art. – Artigo

CBD – Central Business District

CTB – Código de Trânsito Brasileiro

DNER – Departamento Nacional de Estradas de Rodagem

DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes

DOT – Desenvolvimento Orientado aos Transportes

EC – Estatuto das Cidades

EIA – Estudo de Impacto Ambiental

EIV – Estudo de Impacto de Vizinhança

EM – Estatuto da Metrópole

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

ITDP – Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento

PD – Plano Diretor

PDIRMG – Plano Diretor Integrado da Região Metropolitana de Goiânia

PDUI – Plano Diretor Urbano Integrado

PIB – Produto Interno Bruto

PlanMob – Guia para elaboração de planos de mobilidade

PNMU – Política Nacional de Mobilidade Urbana

RM – Região Metropolitana

RMG – Região Metropolitana de Goiânia

RSL – Revisão sistemática de literatura

TGS – Teoria Geral dos Sistemas

TA – Transporte Ativo

TPC – Transporte Público Coletivo

WRI – Word Resources Institute

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	15
<b>1.1. PROBLEMÁTICA</b> .....	18
<b>1.2. PREMISSAS</b> .....	20
<b>1.3. OBJETIVOS</b> .....	21
<b>1.4. JUSTIFICATIVA</b> .....	21
<b>1.5. METODOLOGIA DE PESQUISA</b> .....	24
<b>1.6. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO</b> .....	28
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	29
<b>2.1. ESTRUTURA ESPACIAL URBANA (EEU)</b> .....	29
2.1.1. Forma Urbana .....	33
2.1.2. Infraestruturas .....	36
2.1.3. Dinâmicas Sociais Urbanas .....	39
<b>2.2. MOBILIDADE URBANA (MOB)</b> .....	42
2.2.1. Conceitos e características à luz da legislação brasileira .....	43
2.2.2. Panorama das cidades brasileiras .....	48
<b>2.3. ANÉIS VIÁRIOS (AV)</b> .....	50
2.3.1. Anéis Viários e o planejamento dos transportes e da mobilidade .....	52
2.3.2. Anéis viários e o planejamento da Cidade e da Metrópole .....	57
<b>2.4. RELAÇÃO ENTRE AS VARIÁVEIS (EEU + MOB + AV)</b> .....	61
<b>3. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO</b> .....	63
<b>3.1. TEORIA DE FUNDAMENTAÇÃO: A TGS</b> .....	73
3.1.1. A Teoria Geral dos Sistemas e as cidades .....	75
3.1.2. Aplicação à luz do planejamento .....	78
<b>3.2. DESENVOLVIMENTO DO MÉTODO (1ª e 2ª fases)</b> .....	81
3.2.1. 1ª Fase .....	82
3.2.2. 2ª Fase .....	84
<b>3.3. ANÁLISES PARCIAIS DE RESULTADOS (3ª fase)</b> .....	99
3.3.1. Análises Quantitativas .....	99
3.3.1. Análises Qualitativas .....	107
<b>4. O PROCEDIMENTO À LUZ DO ESTUDO DE CASO – (4ª e 5ª fases do procedimento aplicado à RMG)</b> .....	117
<b>4.1. ANEL VIÁRIO DA RMG</b> .....	124
<b>4.2. APLICAÇÃO E VALIDAÇÃO</b> .....	128
<b>4.4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS</b> .....	135
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	146

## 1. INTRODUÇÃO

Um dos maiores desafios que as cidades enfrentam atualmente é a melhoria da mobilidade urbana, que vem sendo agravado pelas crescentes taxas de motorização individual. Com notáveis esforços na área, Londres possui políticas públicas de incentivo à mudança dessa tendência e enseja até 2041 que 80% das viagens sejam feitas por transporte ativo ou público coletivo (WRI, 2021). No Brasil, das 3.500 cidades que devem instituir o Plano de Mobilidade, principal política pública desta pasta no país, 840 o tem ou estão em processo de construção (ESTADAO, 2021). Considerada uma política essencial para a melhoria da mobilidade, ela ainda caminha a passos lentos, tendo em vista seus sucessivos adiamentos.

No Brasil, as áreas centrais urbanas estão passando por um processo dicotômico, ora de valorização, ora de degradação. Nos dois casos, verifica-se o esvaziamento e migração de pessoas para as áreas periféricas (ARANTES *et al.*, 2002; BRITO, 2015; MUMFORD, 1998), seja pelo baixo custo da terra (que atrai as massas populares) ou por características socioculturais de status e segurança (que atrai as classes altas para os condomínios fechados). Como pontuam Brito (2015) e Ojima (2007), a ocupação da periferia acentua a dispersão urbana, além de criar codependências ao Centro por meio da malha rodoviária disponível.

Considerando a realidade brasileira de baixa inserção do transporte público nas periferias, essas regiões tendem a multiplicar o modelo de transporte individual motorizado, aumentando o volume desse tipo de modal em percursos intraurbanos pelas rodovias. Segundo o Código de Trânsito Brasileiro – CTB (BRASIL, 1997), rodovias são vias rurais que, para o DNER (1997) e DNIT (2017), se prestam ao escoamento da produção e ligam áreas urbanas à industriais, com fluxo de alta velocidade.

Essa definição contradiz a realidade brasileira, onde, em verdade, rodovias têm se prestado ao fluxo local e metropolitano de pessoas em veículos individuais motorizados, ocasionando constantes conflitos de tráfego com o fluxo de passagem. Isso problematiza não só o sistema viário, mas a economia, que depende do transporte de cargas (FGV, 2020) e muitas outras áreas da sociedade. Ressalta-se que as rodovias são, por vezes, uma alternativa de desvio à malha intraurbana

saturada e não apenas a única opção – como ocorre muitas vezes com o fluxo metropolitano.

É nesse contexto que se apresentam os anéis viários, prevendo a separação do fluxo de passagem (cargas predominantemente) e melhorando o escoamento logístico e a fluidez viária geral (DNER, 1997; DNIT, 2002). Atualmente, eles têm sido planejados sob a lógica quantitativa, visando obter capacidade e escoamento viários satisfatórios (LITMAN, 2021). Esse tipo de abordagem, especializada no desempenho dos transportes, pode desconsiderar questões que transformam o território por onde passam. Assim, a implantação de anéis viários se dissocia do planejamento territorial que, segundo o MCidades (2015) envolve vários “setores”. Estes são representados pelas distintas políticas públicas, fragmentadas pelas gestões que, comumente, promovem ações desarticuladas e sem interoperabilidade.

Em contraponto à essa abordagem, está a sistêmica, tida por muitos autores como uma forma mais integrativa de entender as complexas problemáticas contemporâneas. Contrária à especializada – ou analítica, ela se origina de antigas teorias que preconizam análises interdisciplinares, não-lineares e holísticas baseadas em conceitos sistêmicos dinâmicos. A Teoria Geral dos Sistemas (TGS) de Bertalanffy (1975) é uma delas e pode auxiliar na construção de uma abordagem mais integrativa – ou sistêmica.

Segundo essa abordagem, a cidade poderia ser entendida como um grande macrosistema – um todo, composta de sistemas e subsistemas menores - partes ou elementos interligados e interagindo continuamente (KASPER, 2000). Seriam esses os distintos “setores”, ditos pelo MCidades (2015), que compõem o todo do ordenamento urbano (MACEDO *et al.*, 2008; OLIVEIRA e PORTELA, 2006).

Contrária à sistêmica, a abordagem analítica tem promovido um modelo de planejamento urbano destituído da pluralidade de aspectos que envolvem o ordenamento territorial (AMARAL, 2009). No que tange os transportes e a mobilidade, ela tem demonstrado “visíveis fragilidades” (Portugal *et al.*, 2019, p. 2), gerando soluções estanques, focadas apenas em variáveis técnicas (número de viagens, de vias, velocidade, vazão etc.), desarticuladas de outros setores relevantes do planejamento, envolvidos indiretamente, como o habitacional, cultural, de saúde, entre outros.

Segundo a TGS, a constituição dos sistemas e suas partes menores considera hierarquias variáveis, onde ora um elemento é parte de um sistema maior – sendo então um subsistema, ora é, por si só, um sistema. É o caso dos sistemas de transporte e da mobilidade. Por si só são importantes “setores” do planejamento mas são, eventualmente, partes um do outro ou partes de um sistema maior, como o macrosistema urbano.

Os anéis viários, enquanto rodovias, pertencem hoje – segundo a abordagem analítica - ao conjunto “sistemas de transportes”. Porém também pertencem ao sistema de mobilidade, hoje visto segundo um conceito mais interdisciplinar e integrado à distintas políticas públicas, entre elas as de ordenamento espacial, ou pertencentes ao sistema “estrutura espacial”

A pesquisa procura trazer, então, uma perspectiva mais abrangente e interdisciplinar sobre os anéis viários e os distintos setores do planejamento urbano, sobretudo o da mobilidade e da estrutura espacial urbana. Por meio da criação de um procedimento metodológico, busca identificar e analisar as relações existentes na interação entre os subsistemas da mobilidade, estrutura espacial e anéis viários, compreendendo possíveis impactos associados (que seriam produtos positivos ou negativos dessas relações, portanto, quase sinônimos). Para validar o método, optou-se por sua aplicação em estudo de caso: um trecho de anel viário proposto para a Região Metropolitana de Goiânia, cujo traçado está em fase de planejamento, com possíveis mudanças na proposta inicial de 2014 (GOIÁS, 2021).

Apesar da existência de instrumentos de avaliação de Impactos, como o EIV e o EIA, e de métodos multicriteriais de análise no meio científico, estes podem apresentar lacunas diversas (BACELLAR, 2016; FREIRE, 2015; SCHVARSBERG E KALLAS, 2016) ou naturezas muito específicas que minimizam sua compreensão segundo a ótica interdisciplinar e integrada.

Justifica-se pela necessidade constante de novos métodos de análise, mais integrativos e diversificados (alguns métodos existentes são mais quantitativos, qualitativos ou teóricos), que ofereçam subsídios para tomada de decisão e para um processo de planejamento mais assertivo. Em termos acadêmicos, o trabalho busca responder ao anseio crescente de uma compreensão mais holística e contemporânea, pautada na interdisciplinaridade (CAPRA, 2012; VILLAÇA, 2001). Como resultados, identificou-se um conjunto de elementos constituintes de um subsistema chamado “intersecção de anéis viários com a mobilidade e a estrutura

espacial”, que evidenciou possíveis tendências de desdobramento do território que receberá o traçado.

### **1.1. PROBLEMÁTICA**

A construção de rodovias no Brasil se deu ao longo do século XX. A primeira conectava as cidades do Rio de Janeiro e Petrópolis, e denominava-se “Washington Luís” para fazer menção ao presidente precursor das ideias rodoviaristas da época (CASTILHO, 2014), marcada pela introdução do carro na sociedade e pela ascensão do modernismo. Sua filosofia de gestão, na qual “governar era abrir estradas” (FGV, 2001), determinou um impulso na interligação territorial por meio da malha rodoviária, tida como imprescindível para o avanço da economia e fortalecimento da industrialização. Ressalta-se umas de suas falas emblemáticas onde “Além de abrir estradas, era preciso construir estradas para todas as horas do dia e para todos os dias do ano” (BRASIL, 2016).

Esse discurso já evidenciava a lógica rodoviarista na qual se colocaria o Brasil, intensificada nos anos 50 pelas políticas do presidente Juscelino Kubitschek e que perdura até hoje devido ao predominante uso do automóvel particular (CASTILHO, 2014; RUBIM e LEITÃO, 2013). Atualmente vinculada ao planejamento das infraestruturas, a implantação de rodovias observa o atendimento das demandas do sistema de transportes (LITMAN, 2008), o que não inclui – necessariamente – o desenvolvimento territorial (até mesmo por se tratar de uma pasta separada da gestão).

A despeito do indiscutível papel das rodovias na transformação espacial (CASTILHO, 2014), seu planejamento - na prática - se dissocia dos instrumentos de planejamento territorial - planos diretores (PD) ou planos de desenvolvimento urbano integrados (PDU), mesmo com a previsão do art. 41 do Estatuto da Cidade (BRASIL, 2001), que condiciona as cidades de mais de 500 mil habitantes a compatibilizarem planos de transporte aos seus PD. Isso considerando apenas a pasta dos transportes; a pasta da mobilidade, por sua vez, é mais restritiva e exige que cidades de mais 20 mil habitantes planejem seus deslocamentos).

Essa prática decorre da abordagem analítica, especializada e linear, advinda da ciência reducionista clássica, que ditou os processos da sociedade industrial

(AMARAL, 2009). Para Vainer (2003), esse tipo de pensamento reduziu as cidades a um modelo utópico padrão, fatiado entre técnicos-especialistas de áreas distintas na busca de soluções de ordem fragmentada. Amaral (2009) adiciona que essa abordagem congela a sociedade em modelos antidemocráticos estabelecidos pela imaginação unilateral do planejador, já que não dialoga de forma múltipla e dinâmica com outros campos do saber urbano.

Aplicando a abordagem sistêmica, a luz dos postulados da TGS, e referenciando diversos autores que trabalham a cidade enquanto um sistema múltiplo e interdisciplinar (ANJOS, 2004; MACEDO *et al.*, 2008; MOYSÉS, 2005; NACIFF, 2020; OLIVEIRA, 1998; OLIVEIRA E PORTELA, 2006), considera-se aqui o todo urbano como um sistema complexo, de funcionamento dinâmico, não-linear e interdisciplinar, cujas partes interagem constantemente entre si e com o todo, impactando-se mutuamente.

Um sistema genérico, ou macrosistema no caso das cidades (MOYSÉS, 2005; OLIVEIRA E PORTELA, 2006), é constituído por partes menores chamadas subsistemas; esses são formados por elementos mais específicos, seguindo uma cadeia hierárquica. Essa hierarquia pode variar, possibilitando que, em outra perspectiva, um subsistema (que é parte) seja um todo próprio. Considera-se que o todo macrourbano seja formado por tantas partes quantas forem relevantes para seu funcionamento social, comumente representadas pelas pastas da gestão que a compõem (saúde, segurança, educação, cultura etc.). Porém, é imprescindível não perder de vista a necessidade da interoperabilidade dessas partes.

A partir de um entendimento genérico das relações (interações) entre as partes do todo urbano sob a perspectiva das rodovias e anéis viários (são aqui tratados como iguais, inicialmente), objetiva-se, posteriormente, identificar os elementos e entender as como suas relações impactam em duas variáveis específicas – a mobilidade e a estrutura espacial – que também são partes do sistema.

Reis (2006) e Villaça (2001) apontam para o impacto do desenho das rodovias na estrutura espacial urbana, influenciando a distribuição de infraestruturas com conseqüente mudança nas dinâmicas sociais (relações da sociedade com o espaço e deslocamentos). Brito e Kneib (2016) salientam a íntima ligação da estrutura espacial urbana com a mobilidade e desta com outras diversas partes do macrosistema urbano, reforçando a importância de pensar as partes conectadas.

Portugal e Mello (2017) acrescentam o elemento “acessibilidade”<sup>1</sup>, parte fundamental para que a mobilidade urbana se efetive de maneira sustentável e uma consequência, muitas vezes, da implantação de rodovias. E por último, Mumford (1998) relembra como os processos de dispersão urbana se intensificam a partir da difusão da malha rodoviária.

Ou seja, todos esses elementos e partes do todo macrourbano se interligam de alguma forma, impactando-se dinamicamente em rede, apesar do olhar do planejamento muitas vezes se focar em partes estanques. No caso dos anéis viários, surgem da demanda dos transportes mas, a médio e longo prazo, impactam não só o território como os deslocamentos para os quais foi pensado (FABIANO, 2014). Em maior escala – e seguindo um pensamento integrativo - afeta toda a mobilidade e todas as outras partes interligadas no todo, muitas vezes ausentes no processo de planejamento. A consequência de esforços unilaterais no planejamento, sem observar o todo, costuma ser a necessidade de construir novos anéis viários concêntricos mais externos, como ocorre em diversas cidades pelo mundo.

A partir da problemática exposta, a pesquisa buscar responder o seguinte questionamento: *De que forma a implantação de anéis viários impacta a mobilidade urbana e a estrutura espacial das regiões em que se inserem?*

## 1.2. PREMISSAS

Como premissas básicas das análises, tem-se que:

- a- Os anéis viários se transformam, a médio e longo prazo, em vetor de ocupação urbana, sobretudo em regiões periféricas, o que acaba promovendo e acentuando o processo de espraiamento urbano.
- b- A implantação de anéis viários, por si só, não proporciona melhoria das condições de transporte. Necessita-se, acima de uma solução estanque, da articulação de propostas interdisciplinares, que contemplem todas as partes do todo urbano pertencentes ao planejamento e envolvidas na melhoria da mobilidade urbana como um todo, e não somente dos transportes.

---

<sup>1</sup> Segundo Portugal e Mello (2017), o entendimento da acessibilidade provém de uma articulação entre o transporte, o uso do solo e as telecomunicações, transcendendo definições clássicas que desconsideram elementos importantes na definição dos fluxos de viagem. Nesta pesquisa, a acessibilidade é vista como um dos possíveis elementos do sistema de relações, identificado ao longo da execução do método.



c- O trecho de anel viário proposto para a Região Metropolitana de Goiânia, analisado em estudo de caso, encontrará, depois de algum tempo, panorama de saturação viária semelhante a pré-existente, a qual argumentou sua construção. Isso demandará a construção de novos anéis viários concêntricos.

### **1.3. OBJETIVOS**

A pesquisa tem por objetivo geral identificar e analisar relações existentes na interação entre os subsistemas da mobilidade, estrutura espacial e anéis viários, compreendendo possíveis impactos associados (que seriam produtos positivos ou negativos dessas relações, portanto, quase sinônimos). Para isso, almeja-se desenvolver um procedimento metodológico que evidencie o subsistema proposto e revele a diversidade de elementos relacionados potencialmente passíveis de sofrerem impactos. Buscando tal intento, apresentam-se os seguintes objetivos específicos:

- a- Conceituar anéis viários e compreender suas relações com a mobilidade e estrutura espacial urbanas.
- b- Criar um procedimento metodológico, amparado na TGS, que possibilite a construção de um subsistema de relações entre mobilidade, estrutura espacial e anéis viários. A partir disso, almeja-se identificar e analisar seus elementos e interações, entendendo-os como potenciais tendências de impactos desse conjunto.
- c- Validar o procedimento metodológico por meio de aplicação em estudo de caso sobre um trecho do anel viário da Região Metropolitana de Goiânia, a leste, mais conhecido como “desvio da BR-153”.

### **1.4. JUSTIFICATIVA**

A mobilidade urbana tem sido cada vez mais alvo de interesse das gestões e da população em geral, já que tem ficado evidente sua influência na qualidade de vida cotidiana da sociedade. Ela se constitui como uma das pastas mais complexas e desafiadoras, principalmente nas médias e grandes cidades. Isso porque há décadas se planejam cidades pensadas para o automóvel e a ideia de uma cidade para os pedestres além de recente em muitas cidades, tem de transpor toda a

infraestrutura já preparada para acomodação carrocêntrica (GHEL, 2015), assim como sua aceitação cultural.

A melhoria da mobilidade urbana metropolitana engloba diversas transformações e a implantação de anéis viários contribui, junto com outras soluções interligadas de maneira interdisciplinar, para esse intento. Ressalta-se a importância, sobretudo, da interoperabilidade entre distintas esferas do poder (municipal, estadual e federal) que, por meio de uma governança Inter federativa – como previsto no Estatuto da MetrÓpole – visa compatibilizar ações e responsabilidade entre os entes federados em prol do interesse comum (BRASIL, 2015). Essa é uma fragilidade notável no planejamento brasileiro, que ainda possui diversos entraves gerenciais e políticos dessa natureza entre distintas jurisdições de governo (IPEA, 2013).

Os anéis viários são espécimes de rodovias que cumprem importante papel no âmbito dos transportes e da economia. Seus altos custos de execução e seus impactos de diversas ordens, demandam uma reflexão aprofundada sobre seu processo de planejamento e implantação. O impacto mais levado em consideração nos estudos de impacto acaba sendo o ambiental, que representa a transformação física mais imediata e concreta. Porém, outras transformações também decorrem de sua inserção, algumas a médio e longo prazo e, por vezes, são subestimadas.

Devido a produção de soluções fragmentadas em termos temáticos e de gestão, notam-se soluções de infraestrutura que, sob certa perspectiva, favorecem a economia nacional mas, sobre outra, problematizam questões espaciais e sociais de escala local e regional que não são inseridas como variável. Como a questão ambiental é regida por legislação federal (CONAMA), essa é uma categoria de impacto que quase nunca passa ilesa, proporcionalmente a relevância que essa pasta possui em cada gestão.

Dadas as dificuldades e interesses de cada gestão envolvida em um traçado de anel viário (municipal, estadual ou federal) - normalmente uma obra de jurisdição predominantemente federal - os poderes públicos locais poderiam ou não intervir na proposta que, antes de tudo, necessitaria ser compatibilizada com planos locais de desenvolvimento. Ocorre que, no caso de anéis viários isso se torna ainda mais complexo, pela existência de dificuldades e interesses de caráter metropolitano, que tem de transpor conflitos de interesse entre diversos municípios e entes federados ao mesmo tempo.

A materialização do interesse coletivo da Metrópole se expressaria, em tese, pelo seu Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado (PDUI ou PDI), imprescindível para que impactos globais de um anel viário pudessem ser analisados de maneira integrada, rompendo com a metodologia tradicional estanque dos planejamentos do transporte. O PDUI rege-se essencialmente pela governança Inter federativa já citada, se colocando como um instrumento de expressão do entendimento sistêmico da Metrópole previamente às obras de intervenção de tal porte rodoviário. Infelizmente são poucas as Metrópoles que já o possuem e no caso particular do estudo de caso escolhido (RMG), ele se encontra estacionado após fase inicial de diagnósticos em 2017.

Assim, em termos de contribuição temática, o trabalho procura reforçar conceitos mais contemporâneos a respeito do entendimento da mobilidade e de sua interligação com diversos temas, aprofundando seu olhar sistêmico por vezes perdido entre soluções gerenciais estanques voltadas para o tráfego. Almeja-se desenvolver entendimento transcendente a respeito dos objetos principais de análise, os anéis viários, considerando que sua inserção impacta diversas áreas do planejamento, não somente a trafegabilidade logística e de passagem, mas sobretudo o desenvolvimento territorial, representado aqui pela estrutura espacial urbana. Independente do mérito desta questão, esta é uma variável relevante do planejamento: se genuinamente contemplada e pensada, pode proporcionar desenvolvimentos urbanos saudáveis para as cidades; se desconsiderada, tende a gerar degradação e desestruturação urbana, como ocorre na dispersão urbana.

Em termos de contribuição científica e metodológica, a pesquisa justifica-se pela necessidade de aprimoramento na abordagem holística e sistêmica sobre os objetos de análise, aumentando e diversificando o conhecimento acadêmico, principalmente na área do estudo de caso. Como essa abordagem vai ao encontro dos princípios básicos do PDI, também responde e interessa à necessidade formal da gestão. Pode, assim, ser entendida como uma contribuição teórica para a materialização de Planos, a partir de estratégias diferenciadas de análise, revelando-se favorável à tomada de decisão. Apesar da existência de metodologias atuais de análise de impactos, nota-se que muitas delas centram-se em modelos padrões estabelecidos pela gestão e que, muitas vezes, focam em alguma área específica do planejamento – como a questão ambiental, salientada nos EIA.

A identificação de impactos causados por anéis viários e a análises de suas relações com a mobilidade e estrutura espacial urbana permite a avaliação de possíveis melhorias e de possíveis modificações gerais do planejamento que possam concorrer, juntas, para a reversão de tendências negativas. A possibilidade de perceber uma operação de forma mais global possível (sistêmica) pode evidenciar diversos impactos que poderiam, por vezes, ser subestimados ou ausentados do planejamento – como é o caso da maioria dos impactos sociais, de natureza mais qualitativa e difícil mensuração.

Por fim, como motivação pessoal, justifica-se essa pesquisa segundo uma lógica de continuidade de trabalhos anteriores de graduação da autora, notadamente seu trabalho de conclusão de curso que versava sobre o tema da mobilidade urbana como instrumento de requalificação urbana. Moradora da Baixada Fluminense do Rio de Janeiro, a autora passou anos vivenciando as problemáticas advindas de uma mobilidade urbana metropolitana deficitária, representadas pela perda de sua qualidade de vida. Frequente usuária de rodovias e transportes de massa como meio de acesso à suas atividades diárias, viu no estudo dessas infraestruturas uma motivação pessoal para propor soluções de melhoria da mobilidade e, conseqüentemente, da vida humana.

## **1.5. METODOLOGIA DE PESQUISA**

A pesquisa em questão tem natureza básica, explicativa e exploratória. Se baseia em análises quali-quantitativas e utiliza a Teoria Geral dos Sistemas (TGS) como ferramenta para a construção da abordagem. Essa teoria serviu de apoio para uma compreensão sistêmica do pensamento sobre o tema de análise, que embasa uma abordagem mais abrangente, integrada e interdisciplinar sobre os impactos de anéis viários na mobilidade e na estrutura espacial.

Utiliza-se revisão bibliográfica e revisão sistemática de literatura (RSL), para reunir referências de autores sobre o tema, a fim de construir um entendimento panorâmico para a análise proposta. Procedem-se também análise documental de legislações, normativas, cadernos e glossários de orientação da gestão pública. Outra ferramenta importante são os mapas e imagens de satélite, que foram aplicados em análises cartográficas. Representam-se os pontos da discussão por meio de figuras, diagramas, esquemas gráficos, quadros e tabelas.

Outra técnica utilizada neste trabalho foi a identificação de palavras-chave representativas de conceitos, no intuito de defini-lo semanticamente, encontrando assim o que chama Sardinha (2005) de léxico chave, a partir de um *corpus* (documento de análise). Apesar de ser utilizada recorrentemente de forma digital, por meio de softwares, optou-se por técnica manual a partir de leitura ativa, observando e identificando termos linguísticos relevantes, como expõem Vasques e Aguilera (2014).

O ponto inicial da pesquisa se dá a partir da consideração de um macrosistema constituído por sistemas de impactos de anéis viários na mobilidade e estrutura espacial. Entende-se que estes, por sua vez, são formados de subsistemas menores ou elementos que, por se tratar de uma pesquisa de abordagem abrangente e integrativa, serão identificados a partir as RSL e não pré-determinados. Para atender essa expectativa, consideram-se inicialmente as três principais naturezas do planejamento sustentável como sistemas de impactos: ambiental, social e econômica (ASE) descritas pela ONU (2015). Isso porque essa divisão apresenta aspecto mais generalista, adequado para a RSL intencionada, e entendido pela ONU como representativo de todas as naturezas do planejamento sustentável. Elucida-se no quadro 1 um resumo das etapas metodológicas:

**Quadro 1** - Fluxo de processamento de fases da metodologia proposta.

Fase	Objetivo	Produto esperado	Resultado
1ª	Definição dos sistemas de impactos que constituem o macrosistema proposto, considerados neste trabalho como os setores do planejamento e que são utilizados como categorias para a pesquisa de impactos (revisão sistemática) relacionados aos anéis viários.	Lista de categorias de impactos para revisão sistemática sobre impactos de anéis viários.	Categorias: setor/sistema ambiental; setor/sistema social; setor/sistema econômico.
2ª	Revisão sistemática de literatura para identificação de subsistemas de impactos relacionados aos anéis viários nos setores de planejamento (ASE). Identificação dos elementos constituintes dos subsistemas investigados (mobilidade e estrutura espacial). Identificação final do macrosistema de impactos de anéis viários na mobilidade e estrutura espacial.	Mapeamento em rede das categorias de impactos (ASE) e sua relação com a mobilidade, estrutura espacial e anéis viários.	Quadros e tabelas da RSL; identificação de palavras-chave; produção de diagramas.
3ª	Análise parcial de resultados do macrosistema geral de impactos de anéis viários na mobilidade e estrutura espacial	Reflexão e análise dos dados quantitativos e qualitativos	Texto, quadros, tabelas, gráficos e diagramas menores.

4ª	Análise documental do estudo de caso.	Caracterização do estudo de caso a partir de pontos relevantes identificados nos instrumentos de gestão. Identificação e relação dos elementos do macrosistema no contexto do estudo de caso.	Análise cartográficas e de imagens de satélites e. Produção de mapas elucidativos.
5ª	Análise final de resultados do macrosistema aplicado à realidade do estudo de caso.	Reflexão e análise dos dados quantitativos e qualitativos. Relação da análise com outros dados, obtidos por meio de literaturas específicas, planos, dados secundários e publicações documentais, para prognósticos descritivos.	Texto, quadros, tabelas, gráficos e diagramas menores.

Fonte: Elaboração própria (2021).

Em resumo, as fases e etapas buscam a criação de um formato de análise mais abrangente, integrado e interdisciplinar, partindo da RSL como principal fornecedora de respostas (elementos envolvidos), sem definir ou parametrizar impactos preliminares, como acontece com os Estudo de Impacto Ambiental e Estudo de Impacto de vizinhança. Nesses estudos, a abordagem já se encontra previamente parametrizada por legislações (Estatuto da Cidade, Planos Diretores, Resoluções do CONAMA etc.).

Apesar de deixar em aberto possíveis análises específicas do contexto, o que se vê são estudos com análises superficiais, a respeito de itens elencados como obrigatórios nas leis de regulação, quando o fazem (SCHVARBERG E KALLAS, 2016). Bacellar, 2016; Freire, 2015 e Schvarsberg e Kallas, 2016 acreditam que essa prática pode levar a execuções incompletas dos estudos de impactos, com lacunas abertas, por assim dizer. Isso por não considerarem a avaliação de outros impactos, além dos obrigatórios, e de não proceder análise de forma conjunta de todos eles, mas apenas em suas categorias específicas (como as expostas pelo Estatuto da Cidade, art. 37<sup>o</sup>).<sup>2</sup>

<sup>2</sup> A saber, seguem-se as categorias de análise obrigatórias nas análises de estudo de impacto de vizinhança, segundo Estatuto da Cidade (BRASIL, 2001): adensamento populacional; equipamentos urbanos e comunitários; uso e ocupação do solo; valorização imobiliária; geração

Pela natureza da RSL e dos procedimentos adotados ao longo da pesquisa, o procedimento proposto não tem caráter determinístico, mas sim exemplificativo. Uma outra RSL numa outra amostragem temporal pode gerar resultados diferentes (retornar pesquisas diferentes que abordem outros impactos, com outros elementos envolvidos). Na análise qualitativa, as referências utilizadas de acordo podem gerar interpretações diferentes sobre a natureza dos impactos e suas características. Além disso, a interpretação dos documentos da RSL tem um caráter examinador-dependente, gerando assim resultados subjetivos e diversificados, dependendo de quem o avalie.

Não obstante, a pesquisa visa a construção de um método descritivo passível de replicação e adaptação, pautado em uma abordagem de análise mais integrativa e interdisciplinar que considera:

1. O pensamento sistêmico, evitando parâmetros determinados e buscando ampliação da análise.
2. Pesquisa atualizada de estudos que abordem o tema, através de RSL.
3. Sistematização dos resultados em fluxos causais, separados por elementos/categorias mas também analisados em conjunto.
4. Diagramação visual do sistema, considerando os elementos dos subsistemas, suas interações e fluxos causais.
5. Relação de união e intersecção dos sistemas ou subsistemas que se pretende analisar.
6. Análises qualitativas e quantitativas.
7. Compreensão das características do estudo de caso (análises documentais, cartográficas, de imagens de satélite, de dados secundários e de literaturas específicas) entendendo como elas se relacionam com elementos do sistema de relações identificado.
8. Conclusões finais e inferência de cenários descritivos preliminares.

## 1.6. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

O primeiro capítulo deste trabalho versa sobre a introdução, uma síntese de toda a problemática, premissas, objetivos, justificativas e metodologia resumida. Ressalta-se que o texto introdutório – antes da problemática – é encarado como uma espécie de resumo expandido, e contempla uma breve fala a respeito de todos os subitens da introdução. No segundo capítulo, aprofunda-se no referencial teórico, detalhando conceitos e definições importantes sobre os elementos de interesse da pesquisa: anéis viários, mobilidade e estrutura espacial urbanas. No terceiro capítulo, de procedimento metodológico, são explicados os métodos e ferramentas utilizados no trabalho, dando ênfase à Teoria Geral dos Sistemas, protagonista na construção do pensamento que embasa a abordagem proposta pela pesquisa.

Ainda no terceiro capítulo, mostra-se a montagem do procedimento em si, com a produção de todas as etapas descritas no item 1.5 da metodologia, exceto a última fase, de aplicação e validação por meio de estudo de caso. Esta é colocada no capítulo 4, onde suas características e breve contextualização são inseridas. É nele também onde se elucida o recorte onde é finalizado o procedimento: um trecho do anel viário proposto para a Região Metropolitana de Goiânia.

Por fim, no capítulo 5 é dado um fechamento para a discussão, pontuando tendências e inferindo possibilidades de desdobramentos dos impactos. Procura-se, neste capítulo, responder à inquietação inicial da pesquisa (pergunta do problema), e avaliar se os objetivos foram atingidos e se as premissas foram confirmadas. Seguem-se ao capítulo 5 as referências, os anexos e apêndices.



## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

O referencial teórico deste trabalho detalha os conceitos das variáveis envolvidas no subsistema que se pretende identificar, contextualizando-os com aspectos necessários à construção das análises propostas. Além disso, o conteúdo deste capítulo é utilizado em uma das etapas metodológicas posteriores, oportunizando a identificação de palavras-chave que definam e contextualizem os subsistemas específicos das variáveis, através de uma associação semântica e linguística. Apesar de não ser uma variável oficial do trabalho, conceitua-se também “áreas periféricas” (trabalhada em um subitem da estrutura espacial), entendidas como as regiões que, em geral, são implantados anéis viários (afastando-se de concepções de natureza socioeconômicas, que vinculam o termo a classes sociais com renda específica), gerando interferência espacial direta.

Em relação aos anéis viários, são apresentados, explicados e correlacionados com as outras variáveis por meio de um breve histórico, onde são observados seus aspectos relevantes para o entendimento do trabalho e para a análise final realizada na aplicação do estudo de caso. A teoria obtida pelos trabalhos referenciados permite inferir sobre o comportamento da rodovia estudada frente às relações que possui com outros elementos que serão identificados no subsistema.

### 2.1. ESTRUTURA ESPACIAL URBANA (EEU)

Estudar o funcionamento das cidades passa, primeiramente, pelo entendimento de sua estrutura formadora. Essa estrutura é produto de longos anos de desenvolvimento dos espaços territoriais, desde seus usos mais primitivos, passando por seus formatos de colonização, urbanização e, em alguns casos, metropolização (MUMFORD, 1998; SANTOS e SILVEIRA, 2006). É influenciada também por aspectos urbanos, sociais e naturais diversos, como espraiamento e densificação; economia, cultura e hábitos sociais; relevo, hidrografia, biomas etc. (ARANTES *et al.*, 2002; MUMFORD, 1998; RODRIGUE *et al.*, 2013; SANTOS e SILVEIRA, 2006).

Buscando compreender sua caracterização e constituição, este trabalho elencou distintas denominações variáveis entre autores de áreas interdisciplinares, como a geografia, historiografia, urbanismo e engenharia, cada qual com sua visão

particular, convergentes ou divergentes entre si. Independente da linha de raciocínio, é consenso entre todos que a estrutura espacial depende de mecanismos complexos e multiescalares (urbano, metropolitano, estadual e até mesmo internacional – no caso de cidades fronteiriças entre diferentes países), de naturezas material e imaterial; física e funcional (KNEIB, 2008).

Para Lynch (2007), a chamada “configuração espacial” deriva de um conjunto de relações entre espaços, usos e indivíduos, muito além da paisagem e de características visuais. Villaça (2001) corrobora esta ideia e coloca que a estrutura espacial urbana compreende sua forma e sua infraestrutura física necessária para sustentação, compreendidos nesta última os distintos usos e atividades – o que acaba envolvendo indivíduos usuários. A forma se refere à morfologia, o formato concentrado ou desconcentrado da malha urbana em suas múltiplas configurações de desenho. Por infraestruturas ele entende todos os sistemas paralelos necessários para que a forma possa ser habitada, como os sistemas de vias, saneamento, iluminação etc. Para o autor (2001, p.12), a estrutura espacial, ou apenas “estrutura urbana”, é também a soma das diferentes tipologias de atividades urbanas (comerciais, residenciais, industriais etc.).

A visão de Villaça (2001) denota que, para além da morfologia e das infraestruturas, a estrutura espacial urbana também se mostra vinculada às relações entre os distintos espaços e seus usos. O autor esclarece ainda que, apesar da estrutura urbana (principal) condicionar as infraestruturas (secundárias), estas também impactam naquelas, mesmo que em menor frequência ou grau. Isso sinaliza a importância do olhar integrativo entre todas elas, já que, em alguma medida, todas se influenciam mutuamente e não podem existir sem a outra. O autor ressalta em sua fala a particular responsabilidade das rodovias em relação à formação de aglomerações urbanas, fato que gera efeitos na forma urbana, em seus usos e em seu provimento por infraestruturas.

De modo similar, Kneib (2008) entende que a estrutura espacial das cidades é definida pelo conjunto de atividades espalhadas no território e como elas se articulam, entre si e com seus usuários. No entendimento da autora, a estrutura espacial não se define somente no âmbito material, mas também no âmbito imaterial das relações e funções que cada área exerce dentro do todo da cidade. Ela fundamenta diretamente sua compreensão sobre o tema no surgimento e

localização de centralidades e subcentralidades urbanas, que redefinem os fluxos e dinâmicas de pessoas, transportes e mobilidade no território.

Já Rodrigue *et al.* (2013) entendem a estrutura espacial como o conjunto de relações originadas a partir da forma urbana. Para os autores, o cruzamento da estrutura espacial e da forma gera diferentes padrões de deslocamentos que irão produzir diferentes tipos de inter-relações entre pessoas, cargas e informações. Sua visão fragmenta, portanto, os aspectos material e imaterial, considerando a primeira uma caracterização concernente à forma urbana apenas.

Reis (2006) dialoga com Rodrigue *et al.* (2013), quando considera a estrutura espacial decorrente de processos de concentração e desconcentração dos espaços territoriais – no caso de Rodrigue *et al.*, consideram-se esses processos uma consequência do cruzamento da estrutura com a forma. Esses processos, destaca Reis (2006), definem as redes de informação e transporte que, como explicam Rodrigue *et al.* (2013) e Villaça (2001), possibilitam conexões no espaço.

Numa visão mais conceitual, Reis e Bentes (2017, p. 2) denominam a estrutura espacial urbana de “conjunto formado por constelações e nebulosas”, se referindo às distintas aglomerações urbanas dispersas ligadas à Centros metropolitanos por redes de transporte. Apesar da semelhança semiótica, esta conceituação não se confunde com as constelações e nebulosas de Jacques e Pereira (2018), que exploraram o mesmo binômio à luz das metodologias de leitura e linguagem do espaço urbano.

Ojima (2007), com uma perspectiva mais subjetiva, entende que a produção do espaço físico das cidades brasileiras está vinculada a processos socioeconômicos; a cidade seria, assim, a concretização física do relacionamento entre a sociedade e o capitalismo, sistema econômico que opera nossa sociedade. Segundo ele, muito se discute sobre a influência das relações humanas sobre o espaço, mas pouco se explora a capacidade que sua formatação física tem sobre as relações humanas. Num discurso mais pragmático, Ojima (2007, p.281) institui quatro parâmetros fundamentais para compreensão da estrutura espacial urbana: “densidade, fragmentação, orientação e centralidade. Segundo ele, a análise dessas variáveis permite conhecer como se estrutura espacialmente um território”.

Através dos conceitos elucidados, coloca-se que a estrutura espacial urbana possui um entendimento diversificado, que ora se reconhece mais nos aspectos físicos materiais, ora nos imateriais, outras vezes nos dois. Santos (2006) chama

ainda essas variações de “fixos e fluxos”, correspondente à forma e às relações sociais dinâmicas, respectivamente. De forma geral, a estrutura espacial urbana se relaciona, assim, com diferentes aspectos urbanos e se integra aos sistemas de infraestruturas, numa rede interligada; além disso, estabelece relações sociais ou é por elas condicionada, configurando padrões de fluxos, dinâmicas e usos do espaço.

Portanto, elencam-se aqui três principais partes constituintes da estrutura espacial urbana: a forma ou morfologia urbana; as infraestruturas; e as relações sociais, que aqui serão descritas como “dinâmicas sociais urbanas”. Nesse ponto, ressaltam-se aqui o entendimento de autores como Anjos (2004), Oliveira (1998) e Moyses (2005), que definem a cidade segundo um prisma multifatorial, entendendo considerando a interação de suas diversas características, sejam elas físicas, funcionais ou imateriais, todas juntas como produtoras da configuração geral.

Reavendo a lógica de Villaça (2001), que alerta para a impactação mútua dos distintos elementos constituintes da estrutura espacial, ratifica-se necessária a observação atenta de cada uma das partes urbanas para que se compreenda o todo. Sendo assim, são exploradas cada uma das partes citadas, buscando um maior aprofundamento de seus conceitos à luz do tema estudado. Posteriormente, no método, essa visão se expande, buscando na RSL possíveis elementos envolvidos, sem se prender a protocolos ou termos de referência. No quadro 2 sintetizam-se os conceitos referenciais pesquisados:

**Quadro 2** - Síntese de conceitos referenciais sobre Estrutura Espacial Urbana.

Autor	Composição da Estrutura Espacial Urbana
Lynch (2007)	Paisagem, características visuais, relações espaciais, usos, indivíduos
Villaça (2001)	Forma (desenho da malha urbana), infraestruturas físicas, atividades (envolvem indivíduos) e relações espaciais; rodovias como atores principais
Kneib (2008)	Funções e atividades espaciais, relações entre as atividades, relações entre as atividades e os indivíduos; centralidades e subcentralidades como atores principais geradores de fluxos/deslocamentos, agenciados pelos transportes e pela mobilidade
Rodrigue <i>et al.</i> (2013)	Relações espaciais originadas do cruzamento com a forma urbana
Reis (2006)	Consequência de concentração e desconcentração espacial que

	definem fluxos (redes de informação e transportes)
Reis e Bentes (2017)	Constelações e nebulosas conectadas por redes (de informações e de transportes)
Ojima (2007)	Consequência de processos socioeconômicos no espaço e causa de processos sociais (relações humanas). Densidade, fragmentação, orientação e centralidade.
Santos (2006)	Fixos e fluxos
Oliveira (1998); Anjos (2004); Moyses (2005)	Características multifatoriais físicas, funcionais e imateriais das cidades

Fonte: Elaborado pela autora (2022)

### 2.1.1. Forma Urbana

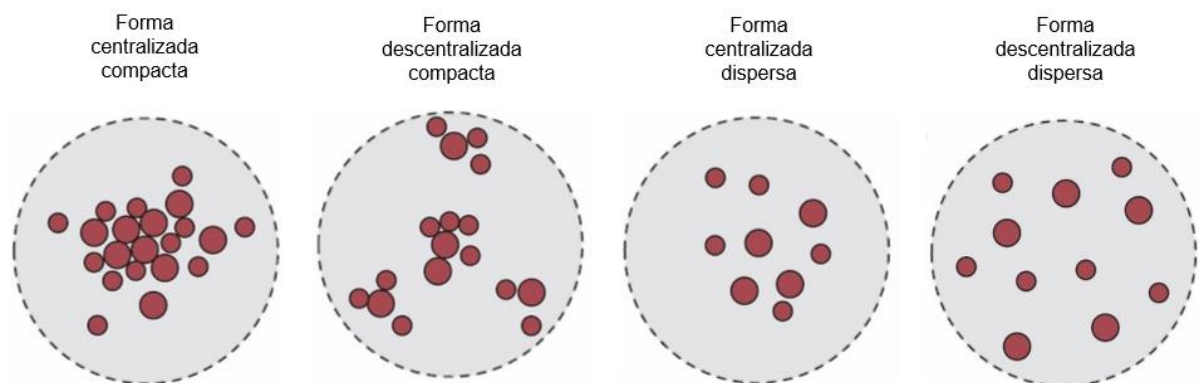
De modo geral, a forma ou morfologia urbana é entendida como a representação e leitura física do espaço urbano, advindo de distintos processos históricos sociais e econômicos, geográficos, geológicos e de planejamento territorial, como explicam Rego e Meneguetti (2011). Os autores completam dizendo que a principal variável de entendimento da morfologia é a trama ou malha urbana, formada pela articulação de inúmeros elementos do território, como “vias, padrões de parcelamento do solo, edificações e espaços livres”. Lynch (2007) desenvolve um estilo próprio de leitura da forma e imagem da cidade, classificando cinco elementos relevantes para sua compreensão: vias, limites, bairros, pontos nodais e marcos.

Nestor Goulart Reis (2006) assimila a forma urbana em função da já citada dicotomia desconcentração/concentração, revelando dois formatos principais de ocupação do território: o disperso e o compacto. Limonad (2006) e Reis (2006) e distinguem os dois segundo seus padrões extensivo e intensivo de urbanização, respectivamente. O primeiro marcado pelas descontinuidades do tecido urbano existente, intercalado entre zonas de cheios rarefeitos e vazios, e de um esgarçamento da malha urbana em direção às franjas; o segundo, pelo contrário, denota-se por processos de intensa urbanização e densificação de áreas centrais consolidadas onde, em tese, respeita-se o limite da capacidade das infraestruturas ali implementadas (GEHL, 2015).

Já Rodrigue *et al.* (2013) enxergam a forma urbana como produto do cruzamento de quatro variáveis (Figura 1), entre elas as duas explicitadas por Reis

(2006): centralização, descentralização, agregação (concentração) e dispersão (desconcentração). Para os autores, as infraestruturas (viária e outras) fazem parte da forma urbana, e não da estrutura espacial, como preconiza Villaça (2001). Esta, lembrando, é entendida por Rodrigue *et al.* (2013) como o conjunto de relações sociais dinâmicas, oportunizadas pela forma urbana. Nesse sentido, os sistemas viário, de transportes e de trânsito, por exemplo, são por eles compreendidos como elementos intimamente ligados à morfologia espacial, já que definem seu desenho físico propriamente dito.

Figura 1: Formas urbanas



Fonte: Adaptado de Rodrigue *et al.* (2013).

Ao estudar forma urbana não se pode perder de vista o fator demográfico, social e econômico, que ocasiona não só a expansão do tecido urbano como migrações internas de grupos populacionais e modificações de usos e funções rurais e urbanas (OJIMA, 2007). Esse fato é bastante influenciado pela força que o capitalismo exerce sobre o território, transformando o solo urbano em item de venda e especulação para o lucro de agentes específicos da sociedade, em geral empreendedores imobiliários (ARANTES *et al.*, 2002).

Esse processo está intimamente ligado aos processos de metropolização pelos quais passam algumas cidades, aumentando significativamente o valor da terra na cidade polo e nas áreas centrais consolidadas (SPOSITO, 2001). O preço acessível do solo, em determinadas regiões do território, atrai a população de baixa renda, carente de habitação. Ao mesmo tempo, as classes sociais mais abastadas seduzem-se pelo marketing da moradia exclusiva, segura, ampla e em contato com a natureza, oferecida pelos empreendedores imobiliários de condomínios horizontais

fechados (BRITO, 2015). Ambas as situações criam condições e oportunidades favoráveis de remanejamento populacional para essas regiões, seja de baixa, média ou alta renda e do conseqüente esvaziamento de áreas centrais, tidas ora como espaços habitacionais caros, ora como ambientes cada vez mais degradados (ARANTES *et al.*, 2002).

A alternativa a esses centros seria seu exato oposto, as bordas, tanto quanto fosse possível encontrar terra disponível. Na verdade, esse tipo de ocupação não é algo novo, mas veio se desenvolvendo desde as cidades medievais, onde eram conhecidos como *urban fringe belts* (CONZEN, 2008; REGO e MENEGUETTI, 2011), termo que se referia às franjas urbanas externas, delineadas por cinturões verdes. A partir desse entendimento, a periferia é tratada aqui segundo seu aspecto de localização territorial, apesar de seus significados subjetivos e conotativos relacionados a classes sociais. Neste trabalho, o termo área periférica refere-se às regiões de borda/franja, como elucidado por Conzen (2008). Isso será importante na etapa final de análise, dada a localização periférica (ou nem tanto) do estudo de caso.

Mumford (1998) explica que o conceito de casa de campo, buscando a fuga da cidade conflituosa, insalubre e cheia de regras sociais, foi evoluindo gradativamente até se transformar na ideia que se tem hoje de subúrbio, tomando como referência a suburbanização ocorrida nos EUA pós 2ª guerra mundial e que veio a se desdobrar num processo de dispersão urbana ou espraiamento. A expressão “dispersão do tecido urbano” remete ao termo *urban-sprawl*, usado para se referir à “característica marcante do urbanismo norte-americano” (OJIMA, 2007, p. 279), que preconizava a criação de aglomerações urbanas afastadas da cidade, nas periferias, autônomas em certa medida, representadas pelos subúrbios de alta renda. Esses núcleos urbanos seriam então planejados de forma independente e autossuficiente, remetendo à ideia do habitar bucólico, conectado à natureza e à vizinhança (MUMFORD, 1998).

Ao contrário disso, Reis (2006) e Santos e Silveira (2006) explicam que se configurou no Brasil um formato vinculado aos centros consolidados, já que nas bordas eram previstas apenas as habitações (em geral loteamentos ou condomínios fechados). Sem um devido planejamento integral de subcentralidades, agravou-se a questão da dependência ao transporte individual motorizado, modal mais utilizado nos percursos diários entre a periferia e os centros (trabalho, escolas, comércio,

serviços, lazer etc.). Essa dinâmica acentuou-se ao longo do tempo, com os processos de metropolização (CASTILHO, 2014; SANTOS e SILVEIRA; 2006).

No Brasil, assim como nos EUA, esse movimento só foi possível pelo advento e disseminação do uso do transporte individual motorizado, que descortinou uma diversidade de opções de ocupação do território, desde que houvesse estradas até lá (MUMFORD, 1998; PINTO, 2012; RODRIGUE *et al.*, 2013). Segundo Ferreira (2014), Rodrigue *et al.* (2013) e Silva Júnior e Ferreira (2008), e as estradas são portas de entrada para a ocupação do território, não necessariamente em sua região limdeira imediata que, em verdade, quase sempre se desvaloriza em termos de ocupação. Castilho (2014), Reis (2006) e Santos e Silveira (2006) esclarecem como esse foi o formato preponderante para expansão do território brasileiro, surgimento e urbanização de cidades ao longo da segunda metade do século XX.

Em resumo, os principais autores trabalhados entendem a forma urbana como a materialização de processos, sejam eles apenas físicos, de concentração ou desconcentração/dispersão ou imateriais como os processos socioeconômicos. Destaca-se a malha urbana que, numa primeira análise, parece definir a forma como um todo. Para além disso, a forma também de constitui de outros fatores físicos, como aponta Lynch (2007) quando cita elementos da concretos da paisagem.

Por fim, considerando os conceitos de áreas periféricas abordados e a variável “anéis viários” presentes neste trabalho, tem-se que seu cruzamento possui íntima ligação com o forma urbana no sentido de sua descentralização, promovedora de espraiamento. Essa tem sido a relação mais discutida entre rodovias e a forma urbana, além de outras transformações espaciais de integração e segregação (falando apenas do aspecto físico). Considerando os anéis viários como rodovias, fica o alerta para a importância de estudos de implantação contemplem essa temática, mesmo que isso configure um interferência em outra esfera de governo.

### 2.1.2. Infraestruturas

A Lei Federal nº 6.766, art.º 2º, parágrafo 5º, de 1979, que dispõe sobre o parcelamento do solo urbano, oficializa os equipamentos urbanos pertencentes ao conjunto de infraestruturas urbanas básicas, sendo eles: escoamento de águas pluviais, iluminação pública, esgotamento sanitário, abastecimento de água potável, energia elétrica pública e domiciliar e vias de circulação (BRASIL, 1979).



Conjuntamente, o Estatuto da Cidade (EC), de 2001, estabelece que os planos diretores municipais decidirão sobre o adensamento das áreas urbanas, sempre na proporção das infraestruturas urbanas existentes (BRASIL, 2001).

Villaça (2001) dedica particular atenção ao estudo das infraestruturas viárias regionais (que ligam espaços numa escala além da urbana), rodovias e ferrovias. Colocando-as como elemento central da expansão territorial das metrópoles, ele reflete sobre o clássico enigma da ordem dos fatos: a expansão territorial atrai a oferta de infraestruturas rodoviárias ou estas, já implementadas, é que abrem caminhos para o crescimento urbano?

Independente da sequência, o autor afirma o vínculo embrionário dos dois fenômenos, articulados entre si na estrutura espacial urbana, como já apontavam Reis (2006), Rodrigue *et al.* (2013) e Santos e Silveira (2006). Ele alerta para o fato de que as ferrovias possibilitam um crescimento “nucleado” em relação às estações, descontínuo. No caso das rodovias, essa descontinuidade se agrava, já que ao longo delas a ocupação pode se dar em qualquer ponto, oportunizando um crescimento ainda mais “rarefeito” (VILLAÇA, 2001, p. 70).

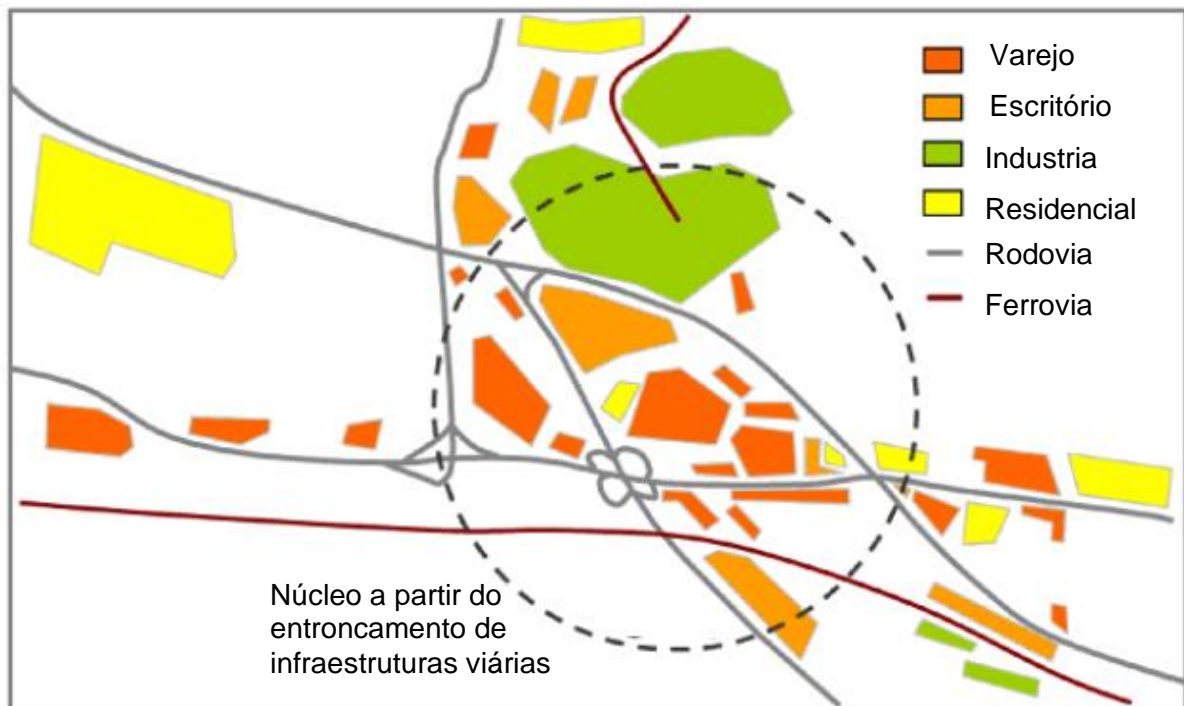
Reis (2006) e Rodrigue *et al.* (2013) reforçam a ligação da expansão urbana, o rearranjo territorial promovido pelas rodovias e os usos do solo. Para Reis (2006), a migração de indústrias para as áreas periféricas da metrópole paulista, por exemplo, foi condicionada pela implantação de novas rodovias e estimulou o desenvolvimento de suas áreas adjacentes. Aos poucos, as ocupações descontínuas e dispersas em torno das indústrias que se instalavam às margens da rodovia Presidente Dutra foram se tornando robustas, até se transformarem nas grandes cidades do Vale do Paraíba que se tem hoje (LENCIONI, 1998). Assim, tem-se que as infraestruturas viárias atuam também como porta de entrada para demandas de outras (saneamento, abastecimento, iluminação etc.), que possibilitem a vivência humana em um dado espaço do território.

Rodrigue *et al.* (2013) salientam que as rodovias, a priori, podem não se tornar vetores de ocupação de sua região limdeira imediata, que tende a desvalorizar-se, em verdade, pela poluição sonora e ambiental que promove. Nesse caso, elas atuariam como acessos a outras rodovias transversais de menor hierarquia, que possibilitam o alcance a novas áreas do território. Desse modo, a quantidade de entradas e saídas (acessos) das rodovias funcionaria da mesma

maneira que as estações ferroviárias pontuadas por Villaça (2001), a partir das quais se desenvolve uma expansão territorial rarefeita.

Na Figura 2, adaptada de Rodrigue *et al.* (2013), explica-se esquematicamente como se dá esse processo, atentando para o fato de que nas bordas imediatas das rodovias, em geral desvalorizadas, costumam se desenvolver centros de compras e serviços que atendam aos transeuntes regionais e intraurbanos, se apropriando do termo de Villaça (2001) para elucidar a escala urbana local em contraposição à escala regional mais ampliada. Esses centros, que podem eventualmente constituir-se em polos geradores de viagens, normalmente se localizam próximos aos acessos de núcleos urbanos menores (Rodrigue *et al.*, 2013), no entroncamento das já citadas rodovias de menor hierarquia.

Figura 2: Desenvolvimento das regiões de entroncamento entre rodovias em alças de acesso - usos e atividades



Fonte: Adaptado de Rodrigue *et al.* (2010) apud Maciel (2011, p. 29).

Assim, as infraestruturas (viária, de saneamento, abastecimento, drenagem, energia elétrica, rede de telefonia e internet) ora estão atuando sobre o arranjo espacial, ora estão sendo impactadas pela estrutura urbana como um todo ou por outro componente (VILLAÇA, 2001). A expansão territorial está intrinsecamente ligada à difusão de novas infraestruturas, não necessariamente nessa ordem. Mas

sabe-se que ou a formação de núcleos urbanos irá demandá-las ou, no sentido contrário, sua oferta irá atrair a ocupação de novos núcleos.

Conclui-se que as rodovias (ou particularmente anéis que possuem características específicas de traçado que permitem acesso) e seu potencial vetor de ocupação e desenvolvimento do território formam um cenário favorável para a demanda de novas infraestruturas. Ou, no sentido contrário, espaços pouco acessíveis mas com algum desenvolvimento acabam gerando a necessidade não só de infraestruturas que permitam a sua devida utilização como de extensão da malha viária – particularmente rodoviária – que promova sua conexão com outros espaços da cidade. Considerando também os usos e atividades que se desdobram da instalação de infraestruturas, adiciona-se também uma interferência nos fluxos e deslocamentos da população.

Outro fator de relevância nesse cenário é a capacidade de provimento das infraestruturas, já que elas dependem de uma série de recursos naturais e tecnológicos já problematizados nas médias e grandes cidades - como água e energia elétrica, por exemplo. Estas são partes da gestão governamental local que, por pertencerem à outra esfera de planejamento, normalmente não são incluídos nos estudos de implantação de novas rodovias federais, como costumam ser os anéis viários. Ou seja, tudo se interliga de alguma forma, mesmo sem a clareza de qual elemento determina o início ou o fim dos processos: rodovias, acesso, infraestruturas, ocupação, fluxos e deslocamentos. Esses últimos irão determinar como se efetivam as relações sociais, a partir das localizações das atividades e suas formas de acesso.

### 2.1.3. Dinâmicas Sociais Urbanas

Buscando entender a cidade, sua definição e comportamento, Rolnik (1995) destaca que o cerne da questão, que outrora residia nas meras características físicas de um ambiente massivamente edificado, agora repousa na dicotomia Campo/Cidade, fazendo com que o espaço urbano seja definido, principalmente, por aspectos subjetivos ligados aos usos, funções e hábitos urbanos. Simmel (1973) já discorria sobre isso muitos anos antes, quando explicava que o homem urbano, e particularmente o metropolitano, possuem uma espécie de consciência elevada que

os diferencia dos homens do campo, configurando a vida social da urbe como um produto das relações desse ser urbano intelectualista, mercantilista e impessoal.

Simmel (1973) afirma que a personalidade do homem urbano se fundamenta não só nas bases formadoras na cidade (capital e intelecto), mas também nas suas relações com o outro e com espaço e atividades das cidades. Pesavento (1995) acrescenta que a historicidade e a cultura também são determinantes para a estruturação do espaço urbano, assim como este remodela os hábitos, as memórias e a forma de se conectar e interagir com o ambiente construído.

A partir dos pensamentos de Pesavento (1995), Rolnik (1995) e Simmel (1973) conclui-se que o espaço urbano e sua estrutura definem as relações pessoais e sociais dos seres urbanos com a cidade, assim como aspectos subjetivos desses seres, enquanto indivíduos e coletividade, modelam também o ambiente físico, seus usos, funções e dinâmicas. É nesse sentido que os conceitos de Villaça (2001) e Rodrigue *et al.* (2013) convergem para um entendimento comum a respeito da relevância e do impacto das interações e dinâmicas para a composição da estrutura espacial urbana, já que são as relações sociais que animam o desenho e a forma urbana, conferindo-lhes sentido (JACOBS, 2014).

Centralizadas ou dispersas no território, as diversas atividades e funções (habitações, comércios, serviços, usos corporativos e institucionais, lazer, cultura, indústria etc.) vão configurando os fluxos de ir e vir de habitantes, cargas, informações, ideias e valores (SPOSITO, 2001), subsidiados por um conjunto de sistemas (de transporte, viário, de mobilidade, entre outros). Kneib (2008) dedica a particular relevância das áreas centrais de concentração de atividades, já que estas são a origem e o destino de grande números de viagens de pessoas ao longo do dia e principalmente nos horários de pico (entrada e saída de expediente comercial).

Tomando a acessibilidade como o potencial de alcançar e realizar atividades no território de maneira material – transportes, e imaterial – redes de informações (Kneib, 2008; Portugal e Mello, 2017), importa saber que a demanda de deslocamentos é precedida por uma necessidade anterior de se realizar determinada atividade ou uso do espaço, independente de que forma. Essa necessidade pode ser suprida em escala local, na escala entre bairros, da região metropolitana ou até mesmo do Estado ou do país, dependendo do que se pretenda.

É importante diferenciar as escalas para que se compreendam dois importantes aspectos. O primeiro refere-se à distribuição morfológica dessas áreas

de concentração de atividades, monocêntricas ou policêntricas. Kneib (2008) elucida que as primeiras são formas arcaicas, de cidades do século XIX e que as cidades contemporâneas, depois de processos de urbanização e metropolização exibem, majoritariamente, formas policêntricas, exceto pelas cidades pequenas que ainda se organizam como outrora (SPOSITO, 2004). Nesse sentido, as dinâmicas sociais e fluxos de deslocamentos possuem uma natureza complexa e diversificada, onde as interações com o espaço urbano dependem da natureza da atividade que se pretende realizar, de sua existência nas diversas escalas de deslocamento e de seus níveis de integração e segregação física, social e econômica (VILLAÇA, 2001).

O segundo aspecto diz respeito à relação que a acessibilidade tem com os transportes (KNEIB, 2008, MUMFORD, 1998; VILLAÇA, 2001). Isso porque os habitantes que circulam diariamente para a periferia urbana da cidade – no sentido morfológico abordado por este trabalho, dependem da malha rodoviária para seus trajetos intraurbanos. Em tese, as infraestruturas rodoviárias seriam dedicadas ao fluxo regional e inter-regional (DNER, 1997; DNIT, 2002; Villaça, 2001), separado do fluxo intraurbano, cujos fluxos possuem características locais. O processo de metropolização acentuou esse panorama (Santos e Silveira, 2006), ampliando a questão dos fluxos centro-periferia para a escala regional, dependentes da malha rodoviária para os deslocamentos mais corriqueiros do dia a dia.

Além disso, dinâmicas sociais já instituídas, baseadas em ideias sociais, culturais e econômicas consolidadas, influenciam diretamente na forma e no uso do espaço urbano (ROLNIK, 2015). Vínculos estabelecidos entre mercados fundiários e regulamentações urbanísticas perpetuam a espacialização das classes sociais (MASSON, 2016). Assim, altas e baixas rendas permanecem em suas áreas específicas do território, dando continuidade a processos socioespaciais segregadores e antidemocráticos. As periferias e as áreas centrais, pobres ou abastadas, consolidam e ratificam suas dinâmicas sociais e sua morfologia dentro do contexto da estrutura espacial urbana, numa impactação mútua entre esses elementos. Assim, tanto as periferias abastadas quanto as populares estabelecem suas dinâmicas sociais urbanas baseadas nas relações centro-periferia (SPOSITO, 2004).

Em resumo, forma urbana, infraestruturas e dinâmicas sociais urbanas modelam umas às outras e, de forma geral, configuram as características da estrutura espacial urbana. Soma-se a essas parcelas a expansão da malha

rodoviária num contexto de região periférica (como ocorre com anéis viários) e tem-se um cenário de alerta em relação à questões como dispersão, demanda de infraestruturas sem uma clareza sobre seu provimento – tanto no sentido dos recursos naturais e capacidades técnicas, quanto no sentido de sua regular implantação, inacessibilidade ou acessibilidade sem regulação devida, impossibilidade de alcance de atividades e processos antidemocráticos de segregação social. A capacidade de interligação física das pessoas no território é agenciada pelas redes de conexão existentes, determinada pela existência e eficiência da mobilidade urbana, condição que permite, além de acesso, qualidade de vida.

Considerando a proposta deste trabalho, a criação de um subsistema que envolva as variáveis escolhidas pode elucidar outros elementos envolvidos nesses processos, em uma rede interligada. As relações existentes refletem as possibilidades e tendências de impactação mútuas, já que os impactos são determinados justamente pela interação entre os distintos elementos do subsistema questionado. Coloca-se a seguir o estudo conceitual referencial da próxima variável, em auxílio ao entendimento do tema e da identificação de características que auxiliam na identificação dos elementos de seu subsistema próprio.

## **2.2. MOBILIDADE URBANA (MOB)**

Mobilidade urbana e estrutura espacial urbana são dois assuntos indissociáveis. Num contexto histórico, Mumford (1998) explica que a necessidade de deslocamentos urbanos por terra na antiga cidade de Ur, localizada na região Mesopotâmica, se desdobrou a partir do momento em que o modal fluvial já não oferecia um custo-benefício interessante para o transporte de excedentes entre as cidades do entorno. Distante em média 30 Km de outras cidades, a pioneira e espaiada Ur oferecia vielas curvas e sombreadas para os pedestres e ruas largas e retas para as procissões, passeios e marchas (MUMFORD, 1998).

É interessante perceber como o planejamento do transporte se origina a partir de uma demanda das cargas e não das pessoas. A partir de então, os meios para “mover-se” são amplamente desenvolvidos na Roma antiga, auxiliados pelos eixos transversais *Cardus* e *Decumanos* e pela expansão da malha viária em quadrícula (MUMFORD, 1998). Conforme o desenvolvimento do território, seus processos de

industrialização, urbanização e metropolização, mover-se em cidades foi se tornando cada vez mais complexo (LUCHESE, 2012; REIS, 2006; RUBIM e LEITÃO, 2013; SANTOS e SILVEIRA, 2006).

Os habitantes urbanos que, nas antigas cidades, situavam suas atividades num raio de atuação pequeno, que podia ser vencido a pé, passaram a concentrar suas atividades e moradias cada vez mais distantes uma das outras, necessitando de meios automatizados de deslocamento (LUCHESE, 2012). Não obstante à suas vantagens em termos de acesso, o advento e impulsionamento da cultura automobilística trouxe um quadro caótico para o âmbito dos deslocamentos urbanos e, de maneira geral, instaura-se um panorama de crise na mobilidade urbana de muitas cidades brasileiras. Nesse cenário, o entendimento sobre o que é e como funciona o Sistema Nacional de Mobilidade Urbana encontra-se na base das discussões e da proposição de ações e melhorias.

### 2.2.1. Conceitos e características à luz da legislação brasileira

Para a legislação brasileira que dispõe sobre o tema (Política Nacional de Mobilidade Urbana – PNMU – Lei nº 12.587, de 2012), mobilidade urbana é a condição que permite os deslocamentos de pessoas e produtos pelo território (BRASIL, 2012). O Sistema de Mobilidade é definido pela lei como um conjunto organizado de modos, serviços e infraestruturas de transporte (BRASIL, 2012). Esse entendimento mostra particular similaridade a outro conceito com a qual eventualmente a mobilidade se confunde, o de transportes. Segundo o DNIT (2017), e mais recentemente corroborado pelo GDF (2014), os sistemas de transporte correspondem a todos os meios de deslocamentos possíveis dentro do território (rodoviário, hidroviário, ferroviário, aeroviário etc.).

Essa convergência de significados sinaliza um importante aspecto do panorama atual de mobilidade urbana nas cidades brasileiras, sua fundamentação na promoção de meios de transporte, serviços e infraestruturas necessárias para provê-los, uma abordagem baseada nas demandas quantitativas de viagens e deslocamentos (LITMAN, 2021; PORTUGAL e MELLO, 2017). Isso se confirma quando o MCidades (2015) afirma que, no passado, a mobilidade urbana já foi entendida no Brasil como uma medida estatística relacionada ao número de viagens realizadas por meios de transportes motorizados e não um conjunto mais complexo

e diverso como tem sido explorado hoje em dia na literatura. Experimenta-se um processo de evolução do conceito.

A PNMU é considerada um avanço para a promoção de políticas de mobilidade (Feltran, 2016; Rubim e Leitão, 2013), principalmente no sentido de suas diretrizes sustentáveis, representadas em seu texto pela priorização dos transportes públicos coletivos (TPC), não-motorizados (ou transporte ativo – TA) e pelo seu foco na diminuição de emissões de gases poluentes (VILLADA e PORTUGAL, 2015). De fato, esses preceitos se fazem relevantes e decisivos para implementação de políticas sustentáveis (RUBIM E LEITÃO, 2013), levando em consideração que o uso de automóveis individuais vem aumentando consideravelmente no Brasil nos últimos anos (ANTP, 2017).

Ocorre que, ao compreender a mobilidade urbana exclusivamente segundo seu aspecto dos transportes, mesmo que ressaltando os TPC e TA, deixa-se de abarcar uma diversidade de fatores e outros elementos que também a constituem e que fazem diferença em seu planejamento (VASCONCELLOS, 2000). Portugal e Mello (2017) discorrem sobre a mobilidade urbana sustentável, cuja fundamentação imprescindível se coloca sobre seu entendimento ampliado, enquanto política intersetorial e interdisciplinar, que depende e impacta uma série de aspectos da cidade como um todo, particularmente o uso do solo e os transportes.

A atual lei explora a necessidade de um planejamento mais integrativo, associando a PNMU à outras políticas – como as de uso e ocupação, saneamento e habitação (BRASIL, 2012) - mas ainda parece enxergá-las como peças assessórias e não fundamentalmente constituintes. É como se a mobilidade precisasse ser compatibilizada com essas políticas, mas não necessariamente as condicionasse, já que elas existiriam isoladamente de qualquer forma. Distintamente, o conceito de políticas urbanas integradas de autores como Oliveira et al. e Macedo et al. considera as políticas como partes integrantes uma das outras, interferindo na sua constituição mais essencial.

Semelhante conceito integrativo se expressa nas políticas de Desenvolvimento Orientado aos Transportes (DOTS) que, apesar do nome, exprime uma relação de mobilidade ampliada à diversos fatores da gestão pública, como ampliação da rede de transportes coletivos; uso e ocupação próximo a esses ramais; densidades adequadas; diversificação de padrões de usos; priorização do



pedestre, espaços públicos e áreas verdes; articulação das funções entre equipamentos sociais etc. (WRI, 2018).

Essa proposta também se evidencia nos estudos sobre cidades compactas, onde se preconiza a realização de atividades concentrada numa escala reduzida, que exija poucos deslocamentos (GEHL, 2015), preferencialmente os ativos. Para atingir tal intento, é essencial que a mobilidade se reproduza a partir de ações que contemplem objetivos diversos, não somente focados nos deslocamentos, mas sobretudo nos não-deslocamentos. É o caso dos bairros ou cidades de 15 ou 20 minutos, propostos recentemente por cidades como Paris e Melbourne (ARCHDAILY, 2021).

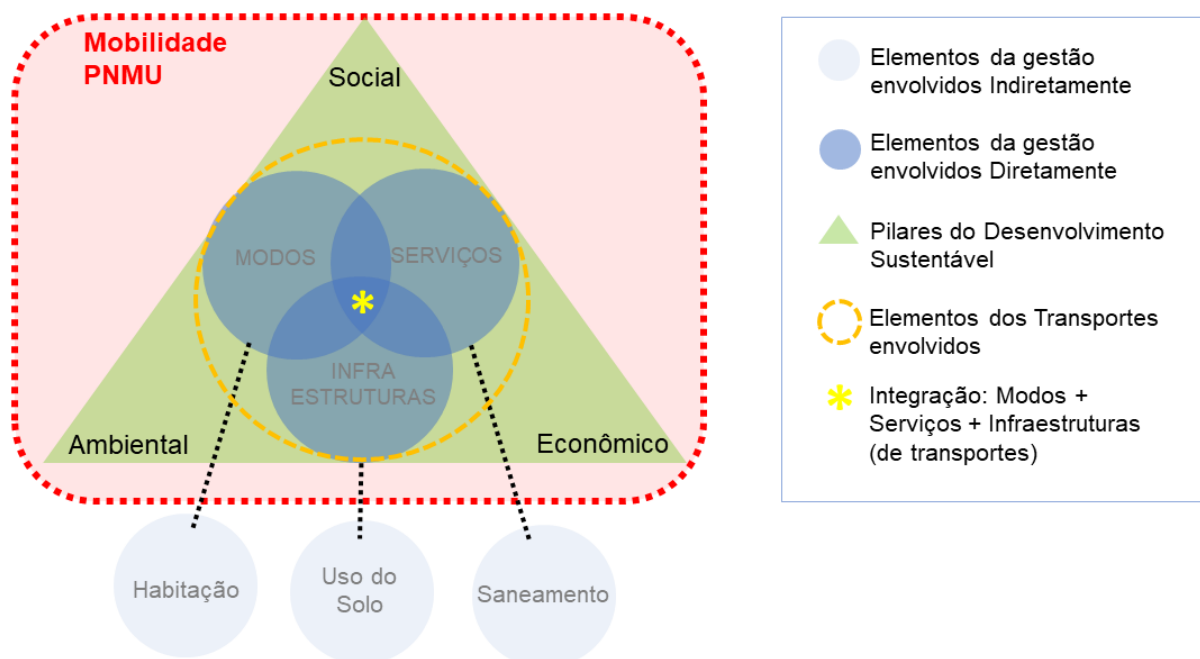
Quando se tira o foco da mobilidade sobre os deslocamentos propriamente ditos, esses sim relacionados diretamente aos transportes, outras questões se evidenciam, como a paisagem, os espaços públicos e as fachadas ativas que fomentam fluxos peatonais (GHEL, 2015; LYNCH, 2007); a acessibilidade promotora do alcance às atividades e, assim, às oportunidades; a democratização do espaço a partir do acesso; a qualidade de vida oportunizada pela melhoria do alcance às atividades (que podem até mesmo não exigir deslocamentos, como acontece com o advento do teletrabalho). A partir daí começam a aparecer os diversos fatores que tornam a mobilidade efetivamente sustentável – segundo o conceito que é abordado na PNMU, que preconiza uma mobilidade pautada nas três dimensões do desenvolvimento sustentável: ambiental, social e econômica (ASE).

Dessa maneira, as distintas questões constituintes e fundamentalmente essenciais para a concretização de uma mobilidade geradora de qualidade de vida, e não somente facilitadora de deslocamentos (como diz o texto da PNMU em alguns pontos), se associariam genuinamente às todas as dimensões sustentáveis, num esforço integrado conjunto. Em relação à dimensão social, por exemplo, Banister (2011), Herce (2009), Litman (2021) e Portugal e Mello (2017), acreditam que ela seria efetivamente considerada se o planejamento da mobilidade se desse a partir da integração com a acessibilidade, uma evolução da integração entre transportes e uso do solo, preconizada pela legislação como característica de sustentabilidade (BRASIL, 2012). Isso relembra os conceitos de Pesavento (1995) e Rolnik (1995), onde a constituição física das cidades, suas formas de acesso e oportunidades de vivência oportunizam uma vida social mais igualitária.

Para Portugal e Mello (2017), a acessibilidade seria um meio importante para promover essa mobilidade, considerando todos os desdobramentos favoráveis da mesma na vivência urbana. Ela seria indispensável para que a sustentabilidade se efetivasse, a partir das escolhas tomadas no cotidiano. Além de transportes públicos diversificados e de qualidade, essa acessibilidade também se daria por meio da reestruturação de espaços, criando centros menores que atendam as demandas da população à menores distâncias, oportunizando percursos favoráveis a caminhadas, oferecendo infraestrutura de acesso a atividades não-presenciais, entre outros. E, claro, oferecendo intermodalidade quando a única alternativa de atendimento à atividade for à longas distâncias (RUBIM e LEITÃO, 2013),

Os transportes passariam, a partir dos conceitos expostos, um dos elementos constituintes da mobilidade e não seu todo. Na Figura 3, apresenta-se um resumo esquemático do entendimento do Sistema Nacional de Mobilidade Urbana segundo a norma brasileira vigente. O esquema considera as três dimensões da sustentabilidade como base triangular dentro da qual se desenvolveriam os conceitos abordados pela legislação.

Figura 3: Esquema explicativo do Sistema Nacional de Mobilidade Urbana segundo a legislação atual brasileira



Fonte: Elaboração própria (2020).

As políticas ditas como “integradas” aparecem por fora do desenho principal, denotando somente uma relação indireta, mas não parte diretamente fundamental e condicionante, que expressaria um entendimento mais ampliado e genuinamente integrado como pensam Brito e Kneib (2016). Para as autoras, a mobilidade urbana se constituiria de múltiplas variáveis adicionais, que a impactam e são por ela impactadas de modo direto ou indireto, como a saúde, a educação, a segurança, a cultura etc. Essas variáveis podem pertencer às dimensões originalmente postuladas pela ONU (ONU, 2015) - como explica Mello (2015) quando engloba questões de segurança e habitação, por exemplo, dentro da dimensão social. Ou, como estudam Capra (2002), Messias (2017) e Sachs (1993), poderiam pertencer a outras dimensões que fogem à tríade ASE, provenientes de uma expansão do entendimento sobre o desenvolvimento sustentável.

A essência da fundamentação desses autores reside na ideia holística de que outras variáveis, relacionadas de forma indireta à um dado conjunto, influenciam seu funcionamento geral tanto quanto as ditas diretas, que acabam sobressaindo-se em detrimento das primeiras, quando, na verdade, estão todas interligadas no mesmo grau (CAPRA, 2002). Assim, consideram-se adicionalmente diversas dimensões para o desenvolvimento sustentável, como exploram Sachs (1993) – dimensão cultural e espacial; Messias (2017) – dimensão institucional, da ética e da política.

Fazendo um paralelo com o Sistema de Mobilidade Urbana do Brasil, este conjunto seria constituído de maneira direta pelos modos, serviços e infraestruturas de transporte (BRASIL, 2012). Acrescentar-se-iam de maneira indireta outros elementos a esse sistema: habitação, o uso do solo e as suas diretrizes sustentáveis social, ambiental e econômica, citados pela própria legislação (BRASIL, 2012; MCIDADES, 2015). Os não mencionados segundo uma ótica mais ampliada, mas não menos importantes seriam os elementos concernentes as dimensões cultural, ética, espacial, política, institucional, de segurança, de saúde, e de tantas outras quantas pudessem ser identificadas, todas trabalhando em rede, segundo um funcionamento sistêmico (BERTALANFFY, 1975; CAPRA, 2002; MACEDO *et al.*, 2008) dentro da macroescala da cidade.

Afastando-se do objetivos estanques da normatização brasileira, centrados numa abordagem tradicional quantitativa dos transportes, percebe-se o desenvolvimento da compreensão de mobilidade urbana segundo uma lógica mais abrangente. A *European Commission* (2017), por exemplo, define mobilidade urbana

como uma ferramenta para a promoção da qualidade de vida urbana, entendendo seu objetivo como algo mais amplo, amparado no trabalho mútuo e interdisciplinar de vários setores da gestão. Gehl (2015) acrescenta que ela deve ter como conceito o foco na dimensão humana, atendendo às necessidades sociais e escalas das pessoas.

A mobilidade, muito além do vínculo com deslocamentos, impacta a dimensão da saúde, bem como é por ela impactada (WRI, 2018) – particularmente no contexto atual da pandemia de COVID-19 (ITDP, 2020). Depende e influencia a segurança do cidadão, humaniza e dá vitalidade às ruas, modifica a ambiência e a paisagem, a partir da indexação da dimensão humana (JACOBS, 2014). Enfim, segundo uma lógica mais abrangente, a mobilidade é condição para qualidade da vida urbana e não somente para os deslocamentos de pessoas e cargas no território. É importante frisar que essa qualidade esperada vem de uma mobilidade que pensa o conjunto, apesar da complexidade desse formato e não apenas a “facilitação do acesso”.

O acesso, mais que uma consequência, parece ser, como pensam Portugal e Mello (2017), um meio para efetivar a mobilidade, quando pensado de forma ampliada e à luz das dinâmicas sociais. Nesse sentido, fica claro que a perpetuação de vias e meios facilitadores de acesso apenas de caráter viário (construção e duplicação de vias; pavimentações atraentes ao aumento da velocidade), a criação e favorecimento de ocupações distantes, desconectadas, espraiadas e de baixa densidade (intimamente ligadas à questão da estrutura espacial urbana), não se constituem como melhoria da mobilidade, já que ela demanda tantas outras questões. Esse é o entendimento norteador sobre mobilidade urbana explorado por essa pesquisa.

### 2.2.2. Panorama das cidades brasileiras

O processo de urbanização e expansão das cidades brasileiras, predominantemente extensivo/disperso (Monte-Mor, 2006; Reis, 2006; Santos e Silveira, 2006), corroborado por questões culturais, sociais e econômicas (Rolnik, 2015) foi condicionando as cidades ao uso majoritário do transporte individual motorizado. A estatística que se tem hoje sobre o modal preferencial do brasileiro ser o “a pé” (ANTP, 2017), mascara uma realidade crítica que prevalece nas grandes e médias cidades, onde o modo individual motorizado vem ganhando

espaço e competindo em desigualdades de condições com o transporte ativo e com o transporte público coletivo (PIRES, 2018; RUBIM e LEITÃO, 2013).

A melhoria da qualidade dos serviços de transporte público coletivo depende de investimentos que, com o modelo atual de financiamento, enfrenta desafios para avançar (VASCONCELLOS, 2000). Essa questão se agrava no cenário do crescimento disperso e espraiado que as cidades têm configurado, já que essa morfologia demanda ainda mais recursos para manter um alto nível de qualidade (GONZAGA, 2017; PIRES, 2018). Apesar do que preconiza a PNMU, Rubim e Leitão (2013) e Vasconcellos (2000) relatam que a realidade que se vê nas cidades brasileiras é a do direcionamento majoritário de investimentos para o transporte individual motorizado, fortalecendo a preferência pelo uso desse modal.

A gestão pública, embasada na abordagem quantitativa criticada por Litman (2021), recorrentemente promove a solução de problemas de transportes a partir do provimento de mais infraestruturas viárias, promoção de velocidade de tráfego e melhoria do nível de serviço viário (PORTUGAL *et al.*, 2019). Subvertendo essa teoria, Maciel (2011) explica que, segundo a dinâmica dos fluidos e a racionalidade dos agentes – fenômenos relacionados aos sistemas de transporte - a criação e o alargamento de vias do sistema viário tendem a ser fator atrativo para circulação de um maior número de veículos individuais. A consequência disso são novos congestionamentos e, por sua vez, mais criação de vias e, novamente, mais congestionamentos, num ritmo cíclico de provimento de infraestruturas (SMALL; VERHOEF, 2007).

Mumford (1998) e Villaça (2001) alertam que o estilo de vida periférico, permeado pela dinâmica centro-periferia destacada por Rolnik (2015), depende não somente do uso do modal individual motorizado, como também do desenvolvimento das infraestruturas rodoviárias. Villaça (2001) explica essa questão segundo o prisma da dicotomia entre os fluxos intraurbanos e os regionais, apontando a utilização da malha rodoviária, instituída originalmente pela demanda de ligação inter-regional em médias e grandes escalas territoriais, pelos fluxos de deslocamento intraurbano. A crítica, nesse caso, se centra na promoção do processo de espraiamento, que transforma toda a estrutura espacial urbana subsidiada pela expansão da malha rodoviária inter-regional.

O panorama ganha contornos mais complexos ao considerar-se a escala metropolitana. Rodrigue *et al.* (2013) explicam que a rede de infraestruturas

rodoviárias de ligação inter-regional se coloca como meio principal de acesso e conexão a cidade polo da metrópole (onde concentram-se interesses e atividades sociais), principalmente em metrópoles cujo transporte público coletivo é pouco desenvolvido e se apresenta com baixa qualidade. A utilização diária da malha rodoviária inter-regional pelo fluxo massivo de automóveis individuais motorizados oportuniza conflitos de tráfego entre os fluxos viários com destino aos centros consolidados e os de passagem, em geral o transporte de cargas (MACIEL, 2011; PINTO, 2012). Impulsiona-se, assim, a construção de arcos, contornos e anéis viários, que buscam a melhoria do transporte logístico de cargas no qual incidem os custos dos congestionamentos intraurbanos e periféricos. A construção desses espécimes rodoviários visa justamente a separação dos tráfegos, desviando o fluxo viário de passagem das zonas internas e saturadas para as bordas do território (FERREIRA, 2014; MACIEL, 2011; PINTO, 2012).

### **2.3. ANÉIS VIÁRIOS (AV)**

Primeiramente, é preciso esclarecer, genericamente, a proposta desse formato de infraestrutura rodoviária radial, aqui denominado anel viário. Maia (1930) discursa em seu famoso plano de avenidas para a cidade de São Paulo sobre o traçado do tipo radial, que, segundo ele, se colocaria como um sistema viário ideal. Vê-se uma exaltação a prerrogativas de Joseph Stubben, urbanista alemão que trabalhava o desenho de radiais e perimetrais e de Eugène Hénard, urbanista francês, e seu conceito de perímetro de irradiação (LEME, 1990). Para Maia (1930), a combinação desses dois aspectos resultaria numa trama ideal de organização do espaço urbano que se centraria na dicotomia centro-periferia, criando uma lógica de fácil circulação subsidiada por pontos de interesse e atividades para os quais convergiriam os fluxos.

Maia (1930) ressalta em sua fala que a criação de novos circuitos anelares mais externos não desafogariam, necessariamente, as regiões centrais (em termos de diluição de fluxo). Estes exerceriam uma influência significativa, na verdade, na descentralização do território, oportunizando o fomento da vida periférica. Ele completa dizendo que a relação desses circuitos orbitais viários com os deslocamentos e com o desenvolvimento de novas regiões teriam vínculo estreito com seu afastamento do ponto de irradiação (termo herdado de Stubben para se

referir ao que hoje conhecemos como centralidade), e que a medida em que eles fossem se externalizando, era necessário que novas centralidades fossem surgindo. Esse formato lembra a proposta do também francês Ebenezer Howard, contemporâneo dos urbanistas que serviram de inspiração para Prestes Maia e Ulhôa Cintra no plano de avenidas (LEME, 1990).

Em seu plano, Maia (1930) previa três circuitos orbitais principais, sendo a terceira mais externa nomeada por ele de *parkway*, em referência ao que se fazia nos EUA àquela época. Os *parkways*, chamados por Maia de anéis de primeira classe, seriam essas estradas anelares ambientadas como parques, responsáveis por conectar o território em uma escala maior, oferecendo uma circulação mais densa de veículos e mais velocidade de tráfego (MACIEL, 2011). São os chamados *beltways* na linguagem do planejamento urbano inglês, que também se rendeu à tipologia de desenho radial à época da reformulação projetada por Forshaw e Abercrombie no pós 2º guerra (LUCCHESI, 2012). Para Maia (1930), percursos menores, formados pela junção de vias arteriais ou não, constituem anéis de segunda classe, chamados na literatura urbana inglesa de *ringroads* (LUCCHESI, 2012; MACIEL, 2011).

Fica posta, assim, a relação da proposta do formato radial/perimetral de vias orbitais como os anéis viários (no caso do circuito anelar fechado). Essas vias podem sofrer variações de nome, dependendo do seu desenho total (arco, contorno, anel, rodoanel etc.), como explicam os glossários de termos técnicos do DNER (1997), DNIT (2002, 2017). Interessa saber sua definição genérica, que, segundo esses manuais, são nada mais que espécies de rodovias, destinadas à circulação de veículos na periferia dos territórios que possam oferecer-se como uma alternativa de desvio ao centro urbano ou metropolitano, evitando ou minimizando o tráfego em seu interior.

Nessa lógica, e aproveitando um conceito que Maia (1930, p. 83) traz no Plano de Avenidas, os circuitos viários orbitais concorrem para a dinamização de movimentos urbanos “centrífgos e centrípetos”, ou de atração e repulsão ao centro. Os circuitos de primeira classe (anéis viários), centrados no trânsito mais externo, oportunizam a desenvolvimento e ligação das regiões da periferia, desviando ou evitando, assim, o ponto de irradiação (centro). Os efeitos nos transportes e na estrutura espacial decorrem, portanto, do afastamento entre o circuito e o centro e

da relação centro-periferia, que, chegado certo ponto, deveria se diluir e subdividir para outros centros e subcentros.

Ferreira (2014) alerta que a inserção de anéis viários, rodoanéis ou avenidas perimetrais pode oportunizar questões de ordem social, decorrentes de possíveis integrações e segregações que seu desenho possa colocar sobre o território imediato (lindeiro) e adjacente (entorno próximo). Como preveem as normas brasileiras, ao colocar anéis viários como instrumentos de desaturação do tráfego intraurbano (DNIT, 2002; FERREIRA, 2014), admitem que eles interferem, em uma proporção desejável, na diminuição do fluxo interno das cidades. Isso poderia ser observado em estudos de volumetria de vias executados de tempos em tempos em pesquisas OD. Porém, como problematiza Ferreira (2014) o equívoco reside em achar que são unicamente os fluxos de passagem que causam gargalos quando, na verdade, são os metropolitanos. Ele explica os fluxos de pessoas e cargas com direção à cidade polo da metrópole se mantém – já que não são oferecidas outras políticas para lidar com eles, dando continuidade ao quadro de saturação intraurbano que se pretendia resolver com o anel viário.

### 2.3.1. Anéis Viários e o planejamento dos transportes e da mobilidade

Como já citado anteriormente, os sistemas de transporte contemplam todos os modos motorizados de deslocamento possíveis dentro do território, incluído o rodoviário, subconjunto do qual os anéis viários fazem parte (DNIT, 2002; GDF, 2014). Esses sistemas fazem parte de um sistema maior, chamado pela lei 5.917 de Sistema de Viação (BRASIL, 1973). Dentro dele se encontra o chamado Sistema Nacional de Transportes Urbanos que, pela lei 6.261, constitui-se de sistema menores, metropolitanos e municipais, ligados a políticas de transporte e desenvolvimento urbano (BRASIL, 1975). A lei nacional de mobilidade urbana (PNMU), em tese, possui algum vínculo com as normatizações de transporte citadas, apesar de sua relação constar apenas em seu título e não mais haver referência entre elas no corpo de seu texto (BRASIL, 2012).

Dentre os tipos de transportes urbanos e metropolitanos, a Lei 6261/1975 (Brasil, 1975) cita os públicos coletivos de todo gênero (metroviário, ferroviário, hidroviário e rodoviário), de cargas e passageiros. Ferreira (2014) completa ressaltando o terceiro tipo relevante a ser considerado, o individual motorizado, que



fica implícito na normatização do Sistema Nacional dos Transportes. Em 2012 a lei nacional traz referências aos modos não-motorizados como componentes do Sistema, no caso o de mobilidade urbana, reforçando sua necessidade de integração com os outros já existentes (BRASIL, 2012). A distinta compreensão, conceito e componentes existentes entre os sistemas de transportes e de mobilidade urbana esclarece uma relevante diferença entre os dois, apesar de suas similaridades. O Sistema Nacional de Transportes parece excluir a chamada dimensão humana (Gehl, 2015) do contexto do entendimento, em detrimento da dimensão da máquina, responsável pelo deslocamento motorizado.

Litman (2021) explica que o planejamento dos transportes, pertencente às engenharias calculistas, trabalha o provimento de infraestruturas segundo suas demandas quantitativas, ligadas ao número de viagens, distâncias, velocidades, volumetria, número de acessos etc. Ferreira (2014) esclarece, então, que as tipologias viárias se distinguem pelos desempenhos delas esperados, padronizados entre classes de 0 a IV e níveis de serviço entre A e F, critérios de operacionalidade do tráfego viário (baseados em parâmetros de capacidade, vazão, densidade, velocidade, nº de acessos, geometria, entre outros). Portugal *et al.* (2019) ressaltam que esse tipo de planejamento, puro e estanque, não promove a sustentabilidade esperada para o contexto da estruturação espacial urbana. Nos quadros 3 e 4, resumem-se os aspectos levados em consideração, de forma geral, na classificação viária, determinante nos projetos e planejamentos viários.

**Quadro 3** - Classes de rodovias no Brasil.

Classe	Característica	Classificação técnica
0	Via expressa com controle total de acessos	Decisão administrativa
IA	Pista dupla com controle parcial de acessos	O volume de tráfego previsto reduziria o nível de serviço em uma rodovia de pista simples abaixo do nível "C".
IB	Pista simples	Volume horário de projeto – VHP > 200 Volume médio diário – VMD > 1400
II	Pista simples	Volume médio diário – $700 < VMD < 1400$
III	Pista simples	Volume médio diário – $300 < VMD < 700$
IV	Pista simples	Volume médio diário – $VMD < 300$

Fonte: Adaptado de Ferreira (2014).

**Quadro 4** - Níveis de serviço viário e suas características.

Nível de serviço	Característica
A	Indica escoamento livre; baixos fluxos; altas velocidades baixa densidade; não há

	restrições devido à presença de outros veículos;
B	Indica fluxo estável; velocidade de operação começando a ser restringida pelas condições de tráfego; condutores possuem razoáveis condições de liberdade para escolher a velocidade e faixa para circulação;
C	Indica fluxo estável; velocidade e liberdade de movimento são controladas pelas condições de tráfego; existem restrições de passagem; velocidade de operação satisfatória;
D	Próximo a zona de fluxo instável; velocidade de operação afetada pelas condições de tráfego; flutuações no fluxo e restrições temporárias podem causar quedas substanciais na velocidade de operação;
E	Indica fluxo instável; fluxos próximos à capacidade de via; paradas de duração momentânea;
F	Indica fluxo instável; fluxo muito próximos à capacidade de via; elevado volume de tráfego atrasos elevados, aradas de duração prolongada e formação de filas extensas;

Fonte: Adaptado de DNIT (2006).

Ressalta-se que este trabalho não fará uma amostra nem análise minuciosa de critérios quantitativos da engenharia de transporte, cabendo aqui apenas a caracterização geral das infraestruturas rodoviárias que se trabalham, os anéis viários. Nesse caso, Ferreira (2014) elucida que os anéis viários, em geral projetados para serem estradas de Classe 0 – como o rodoanel Mário Covas – se destinam a ligar pontos distantes de forma rápida, com velocidade acima de 100 Km/h, com tráfego segregado, controlando rigidamente os acessos ao território. Rodrigue *et al.* (2013) discorrem sobre essa mesma tipologia, nomeando as chamadas *highways* como rodovias propícias ao trânsito de cargas que cruzam um dado território, visando prioritariamente o escoamento da produção em detrimento do trânsito de passageiros.

Apesar do impacto do setor rodoviário de transportes de cargas no PIB brasileiro ficar na casa dos 1,4 ponto percentual, estima-se que, na economia, ele seja responsável por 29%, contabilizando a conexão entre os espaços de produção e consumo que oportuniza (FGV, 2020). Isso descortina uma importante dimensão relacionada ao planejamento de anéis viários, para além de sua relação matematizada do desempenho em engenharia.

Portanto, além do transporte em si, a implantação de anéis viários se relaciona intimamente com a economia já que, direta e indiretamente, trabalham em prol do desenvolvimento do setor logístico rodoviário (transporte de cargas). Prova disso são os trabalhos de pesquisa acadêmica relacionados ao tema (Fabiano, 2014; Maciel, 2011), que, como investigou essa pesquisa, concentram-se majoritariamente na área da economia e da administração e não no âmbito da

análise urbana ou dos transportes, como poderia indagar-se em um primeiro momento.

Ferreira (2014) salienta que, dado o alto custo desse tipo de obra viária, há que se analisar de maneira ampla se a médio e longo prazo elas não poderão apresentar baixa ou nenhuma eficiência, tanto por sua geometria e condições operacionais quanto por sua forma de implantação. O autor destaca essa crítica consubstanciada no exemplo do rodoanel Mário Covas, em São Paulo. Ele afirma que o insucesso até então do anel se devia ao fato de preconizar o trânsito de passagem, particularmente o de cargas, como nocivo à fluidez da malha viária interna da cidade quando, em verdade, as cargas problematizadoras eram as que se dirigiam ao centro, para abastecimento da cidade polo da metrópole. Com isso, as condições de trafegabilidade na malha viária intra-urbana continuaram saturadas e congestionadas (FERREIRA, 2014; IACOVINI, 2013; LABHAB, 2005; MACIEL, 2011).

Em geral, observando-se vários exemplos de anéis viários implantados em diversas cidades e países, como observaram as pesquisas de Fabiano (2014), Ferreira (2014), LabHab (2005) e Maciel (2011), percebe-se que o cerne da crítica aos anéis viários reside no seu processo estanque de planejamento e execução, desvinculado de um planejamento único, abrangendo todas as políticas das esferas envolvidas (municipal, metropolitana, estadual e federal). Uma expressão disso, apenas à luz da esfera federal de governo atual do Brasil, é a reorganização dos ministérios, atribuindo uma divisão nítida às infraestruturas e ao desenvolvimento territorial.

Mas ora, se sabidamente uma interfere na outra não deveriam possuir ligação mais íntima e indissociável? Estariam as esferas maiores interessadas em melhorias mais abrangentes em termos de infraestrutura rodoviária, sem considerar a interferência disso em outras esferas territoriais menores, já que essas deveriam ser pensadas pelos instrumentos das instâncias responsáveis (P.D.; PDUI; PlanMobs. Planejamento de transportes)?

Segundo a visão individual dos transportes, possivelmente a obra viária seria indispensável para um dado desempenho simulado por software ou programado por fórmulas da engenharia. Porém, isso muda sob a perspectiva da cidade e da metrópole, que envolvem múltiplos atores, planos, disciplinas de gestão/planejamento e, principalmente, que envolve subjetividades e

indeterminações típicas do organismo vivo que é a urbe (cujos acontecimentos dependem de interações entre seres humanos e entre os diversos setores da gestão e do planejamento, cada qual com seu interesse). Nesse caso, sob esse olhar interdisciplinar e intersetorial, talvez a discussão sobre o desempenho, função e implementação de anéis viários não se desse de forma tão simples e direta. LabHab (2005, p.42) afirma sobre o exemplo de rodoanel paulistano que:

“Em essência, pode-se dizer que uma política pública de organização territorial com tamanho impacto como a do Rodoanel deveria ser objeto de um planejamento integrado que envolvesse todos os aspectos relacionados a ela, com ênfase nos estudos e propostas de controle do uso e da ocupação do solo. Isto deveria ocorrer, em especial, com uma sólida integração das políticas de planejamento de todos os municípios envolvidos, por meio dos seus Planos Diretores e demais Leis de Uso e Ocupação do Solo, sem esquecer é claro de escutar e envolver a população em processos de gestão participativa.”

Buscando essa perspectiva integrada sobre o planejamento e implantação de anéis viários, contrapõe-se, em certa medida, seu planejamento sob a luz da mobilidade urbana e não puramente sob a égide do projeto racional da engenharia de transportes. Apesar do planejamento da mobilidade urbana, por si só, ainda não incorporar o conceito interdisciplinar e intersetorial no cerne de suas normatizações e planos, acredita-se que, sob sua égide (incluído em um contexto maior que associe a questão do uso do solo, a acessibilidade, as práticas ambientais e sociais e, principalmente, a participação popular), o planejamento de anéis viários poderia conceber-se segundo princípios mais integrados em relação ao que se deseja para a estrutura espacial urbana e para a mobilidade como um todo.

Antes disso, a própria mobilidade urbana precisa avançar e progredir em termos de processo de planejamento, livrando-se de sua fundamentação restrita ao universo dos transportes e assumindo uma concepção mais sistêmica dos aspectos envolvidos. Isso, é claro, não se mostra uma tarefa fácil para o Brasil, que vem gradativamente avançando em termos normativos sobre processos de planejamento integrados, a exemplo do Estatuto da Metrópole (BRASIL, 2015). Porém, essa complexidade não deve afastar a relevância do olhar integrado, capaz de compatibilizar e ponderar, democraticamente, o interesse dos distintas partes do planejamento e de sua população (LABHAB, 2005).

Nesse sentido, a pesquisa busca, a partir de um método com olhar ampliado, identificar elementos que por vezes são subestimados ou desconsiderados dentro

da abordagem tradicional do planejamento. Assim, procura evidenciar ou reforçar outras partes da gestão que precisam ser igualmente consideradas em estudos de implantação de anéis viários. Não se pretende aqui esgotar todas as possibilidades de elementos constituintes – não é um método taxativo, mas exemplificativo, no sentido que procura fugir de padrões protocolares de estudos de impactos. As relações evidenciadas pelo subsistema final que se almeja identificar inferem sobre impactos mútuos que os elementos podem se causar entre si mesmos e no meio.

### 2.3.2. Anéis viários e o planejamento da Cidade e da Metrópole

Como preconizam os estudiosos relacionados nessa pesquisa (Castilho, 2014; Reis, 2006; Santos e Silveira, 2006; Villaça, 2011 e), as infraestruturas rodoviárias têm vínculo estreito com a estruturação espacial do território e suas dinâmicas sociais. Isso porque o desenho viário que o cruza redefine suas áreas e modifica seus usos, subsidiado pela acessibilidade que as rodovias oferecem às regiões distantes, particularmente as periféricas. No caso dos anéis viários, LabHab (2005) identifica a repetição dessa mesma lógica, relacionando-a com processos de espraiamento urbano. Maciel (2011) e Fabiano (2014) relatam também sucessivos processos de valorização e desvalorização de certas partes do território, ora repartidos ou conectados pelo desenho de anéis viários.

Monte-Mor (2006) acrescenta, consonante a Fabiano (2014), que o traçado rodoviário oportuniza principalmente a instalação de indústrias em suas áreas lindeiras e adjacentes, as quais, no decurso do tempo, fomentam o desenvolvimento de assentamentos humanos em suas imediações. Eventualmente, constituem-se núcleos habitacionais isolados e informais, configurando a típica periferia pobre que permeia boa parte das franjas territoriais brasileiras (ROLNIK, 2015). Não raro verifica-se também o panorama oposto, onde regiões específicas passam por valorização fundiária que fomentam seu interesse pelo setor imobiliário (Maciel, 2011), particularmente os empreendedores de condomínios habitacionais fechados (BRITO, 2015).

Os processos de urbanização, industrialização e metropolização ocorridos no território de grandes metrópoles brasileiras provocaram o aumento do custo de vida nas áreas centrais e a posterior migração de população para as franjas urbanas e metropolitanas, subsidiadas pelo desenvolvimento da malha rodoviária e do fomento

à utilização do modal individual motorizado, carros e motocicletas (MONTE-MOR, 2006; MUMFORD, 1998; REIS, 2006; SANTOS e SILVEIRA, 2006). Esses processos também geraram desvalorização de algumas áreas centrais, contraditoriamente, que passaram a ser vistas como espaços degradados e criminalizados (ARANTES *et al.*, 2002, ROLNIK, 2015). Importa saber que o centro urbano e da metrópole, valorizado ou desvalorizado, configurou um movimento centrífugo para as periferias, seja da classe alta em busca de espaços ditos “de mais qualidade” pelo setor imobiliário (Rolnik, 2015) ou da classe baixa em busca de terra com valor acessível para moradia (ARANTES *et al.*, 2002; ROLNIK, 2015).

A implantação de rodovias e, na mesma lógica, de anéis viários, agiria então como um vetor para o surgimento de núcleos populacionais, corroborando para a difusão da dispersão do tecido urbano. Retorna-se aqui ao grande questionamento colocado por Villaça (2001), cuja indagação mimetiza a inquietação presente em vários pesquisadores urbanos: as infraestruturas rodoviárias promovem a expansão do tecido urbano nas zonas periféricas, oportunizado por sua nova acessibilidade? Ou, pelo contrário, as zonas periféricas isoladas pressionam a oferta de infraestrutura viária que as conecte com o centro urbano ou metropolitano consolidado? Por meio de sua avaliação em torno do exemplo específico do rodoanel da Região Metropolitana de São Paulo, Fabiano (2014) detecta a presença dos dois fenômenos.

Em detrimento dos impactos ambientais, que são expressivamente significativos (LABHAB, 2005), observam-se diferentes variações de influência da implantação de anéis viários dentro do contexto da cidade e das metrópoles: valorização e desvalorização fundiária, gentrificação, processos de segregação socioespacial constituídas pela característica de barreira dos desenhos rodoviários, integração e acessibilidade de algumas partes do território, dependendo da geometria prevista e dos tipos e números de acesso oportunizados pelas pistas, entre outros. São vários os cenários analisados e possíveis (Capillé *et al.*, 2011; Diniz e Veras, 2017; Fabiano, 2014; Ferreira, 2014; Iacovini, 2013; Maciel, 2011; Pinto, 2012; Rego, 2011; Sampaio *et al.*, 2014; Souza, 2015; Tângari *et al.*, 2011) e eles irão depender de como o projeto viário se integra com outras políticas urbanas de ordenamento e planejamento (LABHAB, 2005).

Dada a sua definição/caracterização, sua relevância para o setor de transportes e de mobilidade e para as dimensões social e econômica, o desenho

dos anéis viários se relaciona com o das cidades e da metrópole que percorre. Na escala urbana, e considerando que sua localização periférica cruza pequenas e médias cidades, ele pode ser considerado um eixo viário de relevância para o desenvolvimento territorial e econômico, como no caso de cidades como Duque de Caxias, Itaguaí e Itaboraí no Rio de Janeiro, as quais são cortadas pelo desenho do Arco Metropolitano (um anel viário em arco). Pode ser que ele seja absorvido pelo tecido intraurbano da cidade, descaracterizando-o por completo naquele trecho, como ocorre ao longo do anel viário de Belo Horizonte que, em muitos trechos, atende à demanda de circulação local da população (GBH, 2012 – pesquisa OD).

Casos como esses destacam a necessidade da integração de projetos rodoviários desse tipo com os planos urbanos das esferas governamentais envolvidas, como, na verdade, já se prevê em leis como o Estatuto da Cidade (EC) e da Metrópole e na PNMU (BRASIL, 2001; 2012; 2015). O EC (BRASIL, 2001, art. 41) já previa a obrigação de planos de transportes urbano integrado em cidades com mais 500 mil habitantes (que, em 2012, foi substituído pelos planos de mobilidade), ratificando a demanda do olhar articulado entre os diferentes setores e esferas da administração pública, visando a compatibilização de planejamentos e, assim, sua real efetivação e eficácia<sup>3</sup>.

Na escala metropolitana essa questão ganha contornos mais complexos, já que além de diferentes demandas dos setores internos da administração pública municipal, envolvem-se também os interesses de outros municípios, numa mesma hierarquia de governança. Esse é um dos pontos mais sensíveis e complexos da materialização de planejamentos integrados, que demanda atenção à normatização que de os define. Destaca-se, então, sua lei postuladora, o Estatuto da Metrópole, que prevê que lei complementar estadual irá definir os ritos e processos do funcionamento interfederativo para a construção do plano de desenvolvimento urbano integrado (PDUI) das cidades pertencentes à uma mesma RM.

Essa escala de planejamento exige um macrozoneamento integral do território da metrópole, que possibilita a visão de seu todo em relação à cada aspecto que se apresenta no planejamento (áreas de preservação ambiental, unidades de conservação, hidrografia, usos do solo, centralidades e

---

<sup>3</sup> Eficácia: termo aqui entendido segundo Chiavenato (1970). A eficácia se refere ao objetivo que se pretende em seu sentido geral e ideológico enquanto a eficiência se refere ao método, sequência de etapas assertivas para se atingir a eficácia.

subcentralidades, mobilidade urbana etc.). Assim, pode-se realizar um planejamento mais democrático e equilibrado, a partir da perspectiva abrangente de todos os setores e aspectos da gestão e de suas respectivas esferas de governança responsáveis. Como a implementação de anéis viários gera impactos não só sobre suas áreas lindeiras, mas sobre todo o tecido urbano conectado, já que ele tem uma interferência tanto na escala urbana quanto metropolitana, o macrozoneamento se coloca como um instrumento imprescindível para a análise de sua implantação.

No caso da cidade de São Paulo, o rodoanel Mário Covas, da RMSP, já foi quase completamente implementado, muito antes da concretização de seu recente PDUI, lançado em 2019 (GSP, 2019). À época, a implementação do rodoanel era vista com expectativas, já que ele prometia significativas melhoras no complicado trânsito intraurbano da cidade de São Paulo, em função da separação de fluxos de passagem que conseguiria estabelecer. Hoje, mais de 20 anos depois do início das obras de seu primeiro trecho (1998), Ferreira (2014) ressalta que não houve melhora notável nesse aspecto. O autor coloca que um dos motivos principais para a baixa eficiência em seu intento é o fato do fluxo majoritário que trafega pelo rodoanel não ser o de passagem, mas o metropolitano. Ele acrescenta que a falta de integração com outras políticas que promovessem a melhoria da mobilidade urbana como um todo na RMSP, posicionou a implantação do rodoanel como um *Deus ex machina*, termo que se refere a soluções arbitrárias e inverossímeis ao final de um impasse dramático.<sup>4</sup>

LabHab (2005) sugere que o rodoanel, nesse caso, oportunizou a expansão da metropolização, conferindo à São Paulo de hoje o título de macrometrópole. O alargamento do território e a provisão de infraestrutura de acessibilidade causada pelo rodoanel teria promovido aumento da urbanização em alguns pontos e dispersão urbana em outros, estes codependentes da dinâmica centro-periferia em relação ao ponto de irradiação principal, o *Hub* como aponta Maciel (2011), a própria cidade de São Paulo. Apesar da maioria dos estudos já publicados sobre o assunto se colocarem predominantemente sobre as metrópoles de São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte, dadas suas dimensões, esse é um panorama que se repete em outros casos no território brasileiro, na escala urbana e metropolitana.

---

<sup>4</sup> Significado extraído do dicionário on-line Oxford Languages. Disponível em <https://www.google.com/search?client=firefox-b-d&q=deus+ex-machina>.



Ferreira (2014) denota que essa parece ser uma solução comum entre médias e grandes cidades, buscando uma amenização dos problemas de transportes urbanos e metropolitanos – particularmente os congestionamentos entre tráfego de cargas e pessoas. Por vezes, destacam Diniz e Veras (2017), a implantação se presta explicitamente ao desenvolvimento de áreas longínquas, tendo ou não um planejamento integral de centralidades e subcentralidades para aquela área, impulsionados pela força e influência dos agentes do capital imobiliário.

Conclui-se que, fora de um contexto coordenado e integrado às políticas territoriais de planejamento e ordenamento que definem a cidade e a metrópole onde se localizam, anéis viários podem ter baixa eficiência, como aponta Ferreira (2014), pode ser consumido por fluxos viários predominantemente intraurbanos, como sinaliza Rodrigue *et al.*, (2013), pode ser até mesmo dispensável, como questiona LabHab (2005). Em outros casos, podem promover melhora sensível do trânsito em certos locais, a curto prazo - Rodrigue *et al.*, (2013), mas promover problemáticas na estrutura espacial urbana ainda mais complexas (FERREIRA, 2014; LABHAB, 2005; MACIEL, 2011). Cabe às governanças urbanas e metropolitanas analisarem detalhadamente, à luz de seus planos locais/integrados e auxiliados pela experiência de outros locais, se sua implantação é conveniente e que outras políticas acessórias precisam se desenvolver conjuntamente para que o intento pelo qual o anel foi proposto se realize.

#### **2.4. RELAÇÃO ENTRE AS VARIÁVEIS (EEU + MOB + AV)**

São muitos os possíveis fatores e condicionantes envolvidos na conexão destas variáveis, pois tantos são os eventos que, em rede, vão interferindo em cada um deles, exibindo relações/interações e, por consequência, promovendo impactos. Apesar de alguns elementos mais emblemáticos, como a acessibilidade<sup>5</sup> e a economia<sup>6</sup>, por exemplo. optou-se por não priorizar nenhum elemento, justamente para que, a partir de um pensamento mais ampliado, seja possível descobrir novos

---

<sup>5</sup> A acessibilidade conferida pelo anel viário que se coloca como vetor de ocupação e, posteriormente de reestruturação espacial. Mais adiante, pode promover piora dos fluxos, considerando os novos conflitos de tráfego entre o fluxo intraurbano e de passagem – numa espécie de ciclo vicioso de longo prazo.

<sup>6</sup> A pressão causada pela economia para melhoria do escoamento de cargas (mobilidade) como forte argumento no discurso de criação de anéis viários. Seu traçado, que quase sempre interfere pelo menos na paisagem e no meio-ambiente, interfere na estrutura espacial urbana em seu conceito global.

elementos associados. Até porque, entende-se que, mesmo quando seu traçado não oportuniza acesso, mas segregação – é o caso dos trechos em desnível, isso impacta na estrutura espacial urbana ou na mobilidade de alguma forma, mesmo que indiretamente através de relações cruzadas com outros elementos menos óbvios. Almeja-se que essa compreensão seja atingida ao longo da execução do método, após a identificação do subsistema de relações procurado (entre as três variáveis), a partir da exposição de elementos envolvidos indiretamente.

### 3. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

A partir da criação do procedimento metodológico proposto ao final deste capítulo, almejou-se identificar o sistema de relações/interações composto pelas variáveis de estudos: anéis viários (AV), mobilidade (MOB) e estrutura espacial urbana (EEU). Buscou-se compreender como seus elementos se relacionam entre si e com as variáveis, considerando que essas relações revelam as tendências de impactos existentes nesse conjunto. Para isso, são exploradas neste capítulo as variáveis principais (mobilidade e estrutura espacial); o estudo de impactos e sua relação com a abordagem sistêmica; metodologias de referência; conceitos/características da teoria de base para abordagem da pesquisa (TGS) e, por fim, a formulação do procedimento propriamente dita.

A escolha da mobilidade urbana se deveu ao fato de que os anéis viários, enquanto infraestruturas rodoviárias de auxílio à melhoria do tráfego intraurbano (DNIT, 2002), são planejados e executados segundo a ótica dos transportes que, para Banister (2011), Litman (2021), Portugal e Mello (2017); Portugal *et al.* (2019), se utiliza de uma abordagem tradicionalmente quantitativa, de suprimento de demandas em números (de viagens, de vias, de volume de tráfego etc.). Ao contrário disso, os deslocamentos envolvem diversos outros fatores que, para além dos transportes, os colocam dentro da dinâmica interdisciplinar da mobilidade urbana. Logo, uma apreciação mais abrangente e integrada dos anéis viários se daria no âmbito da mobilidade urbana, que contempla várias dimensões, e não somente dos transportes, que se foca na abordagem quantitativa uni disciplinar.

A estrutura espacial foi escolhida como segunda variável por se tratar de uma disciplina indissociável quando se trata de impactação de infraestruturas rodoviárias (CASTILHO, 2014; REIS, 2006; RODRIGUE *et al.*, 2013; VILLAÇA, 2001), considerando as transformações que acarretam o território, tanto em seu aspecto físico, quanto social, econômico, e na influência sobre as dinâmicas e fluxos sociais que opera. Assim, rodovias (e particularmente anéis viários), mobilidade e estrutura espacial estão intrinsecamente ligados.

Apesar de escolhidas apenas duas variáveis de análise, reforça-se que elas são partes do todo urbano, constituída por setores de planejamento (ou pastas da gestão) que se relacionam/interagem entre si (Brito e Kneib, 2016; Oliveira e Portela, 2006). Por isso, para entender os impactos na mobilidade e na estrutura espacial é

preciso identificar impactos gerais – num primeiro momento - de variados sistemas e subsistemas urbanos e não apenas os que já são claramente relacionados (diretamente envolvidos).

A respeito dos impactos, se faz necessário defini-los em termos gerais e segundo essa pesquisa. Genericamente, poderia significar qualquer efeito significativo decorrente de ação ou acontecimento qualquer<sup>7</sup>. Segundo a Resolução CONAMA 01/86 (BRASIL, 1986), que regulamenta o principal instrumento atual de estudo de impactos de rodovias (o EIA/RIMA), impactos são qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente que afetem a saúde, o bem-estar da população, sua segurança, suas atividades sociais e econômicas, a biota, as condições estéticas e sanitárias do meio, bem como a qualidade de seus recursos naturais (BRASIL, 1986, art. 1º).

Já fazendo um paralelo com o EIV (Estudo de Impacto de Vizinhança), instrumento de avaliação de impactos em nível municipal, o MCidades (2016, p.13) apenas explica que estes podem ter natureza diversa, positiva ou negativa, e se relacionam com a qualidade de vida urbana da população. Assim, impactos negativos seriam geradores de incomodidade urbana, e os positivos potencializariam alguma característica da região. Apesar do Estatuto da Cidade, que regula o EIV, determinar claramente algumas questões mínimas de análise de impactos (BRASIL, 2001, art. 37), a definição em si de impactos ainda é subjetiva, bem como outras partes conceituais do estudo que acabam sendo definidas caso a caso, mas que são fundamentais para o instrumento (Schvarsberg e Kallas, 2016).

Embora analisem diversas questões urbanas e ambientais, EIA e EIV atuam de maneira previamente determinística, cumprindo um cronograma já instituído (termo de referência). Além disso, por vezes focam em questões específicas do interesse da gestão (considerando, principalmente, o interesse nas medidas compensatórias). Por exemplo, EIA tende a priorizar impactos ambientais e no transporte, enquanto o EIV se atém por vezes ao adensamento e tráfego (FREIRE, 2015), que são questões mais diretamente afetadas nos casos em que são aplicáveis. Apesar de algum esforço em integrar distintas questões de análise (a depender da localidade, jurisdição e dos interesses envolvidos na gestão), autores

---

<sup>7</sup> Segundo o dicionário Oxford Languages. Disponível em <https://www.google.com/search?client=firefox-b-d&q=impacto+significado>. Acessado em out. 2020.

relatam diversas lacunas conceituais, jurídicas e burocráticas, evidenciando suas frágeis efetividades e necessidades de melhorias em termos de abordagem (BACELLAR, 2016; FREIRE, 2015; HOSHINO *et al.*, 2014; SCHVARBERG E KALLAS, 2016).

Em resumo, a análise de impactos desses instrumentos acaba não se dando de forma tão abrangente e raras vezes integradas, já que essa é a queixa mais frequente dos autores que estudam o tema (ARAÚJO E CAMPANTE, 2017; CUNHA, 2009). Suas análises frequentemente se centram na ótica principal de sua natureza, seja urbana ou ambiental, sem articulá-las e deixando por vezes um vácuo de domínio jurisdicional que fica indefinido, sem análise (FREIRE, 2015). Visando suprir essa lacuna e na tentativa de oportunizar um método mais abrangente e menos determinístico (protocolar, *proforma*), essa pesquisa entende que, apesar do avanço dos instrumentos de análise de impactos existentes, eles ainda não conseguem responder de forma sistêmica e imparcial sobre os impactos.

Existem algumas metodologias no campo acadêmico que conseguem avançar nesse sentido e considerar, de alguma forma, as relações sistêmicas. Ressaltam-se aqui 4 delas, duas quantitativas, mais voltadas para o entendimento sistêmico enquanto sistema complexo, próprio da área de exatas; e duas delas mais qualitativas, a partir de estudos referenciais bibliográficos e oficinas, mais compatível com as pesquisas das ciências sociais.

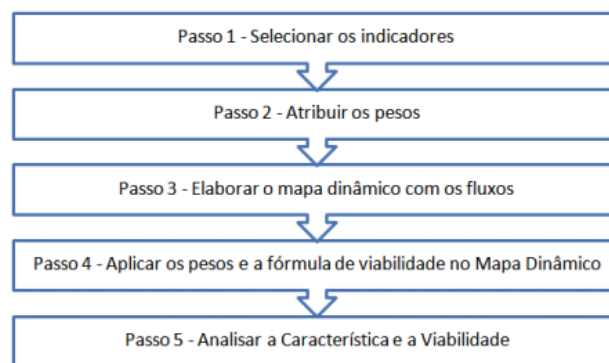
Os dois exemplos quantitativos têm natureza nas ciências exatas, pesquisas realizadas no campo da engenharia de transportes que utilizam modelagem computacional (que combina teorias e métodos de programação para analisar o comportamento de sistemas dinâmicos) ou fórmulas pré-determinadas.

Na tese de Maciel (2008), por exemplo, procura-se avaliar a viabilidade da implantação de estradas vicinais no Amazonas a partir do balanço entre impactos positivos e negativos sobre algumas questões ambientais (identificadas pelo método de Leopold, comumente usados em matrizes de interação que relacionam ações antropológicas á consequências ambientais). Os elementos da matriz são convertidos em indicadores que recebem pesos, considerando suas incidências, e são organizados em fluxos causais. Utilizam-se referências bibliográficas e dados estatístico para estabelecimento desses pesos.

Até esse momento (passo 1 a 4 da Figura 4), a pesquisa apresenta caráter qualitativo, já que a seleção de critérios se baseia na experiência do autor e nas

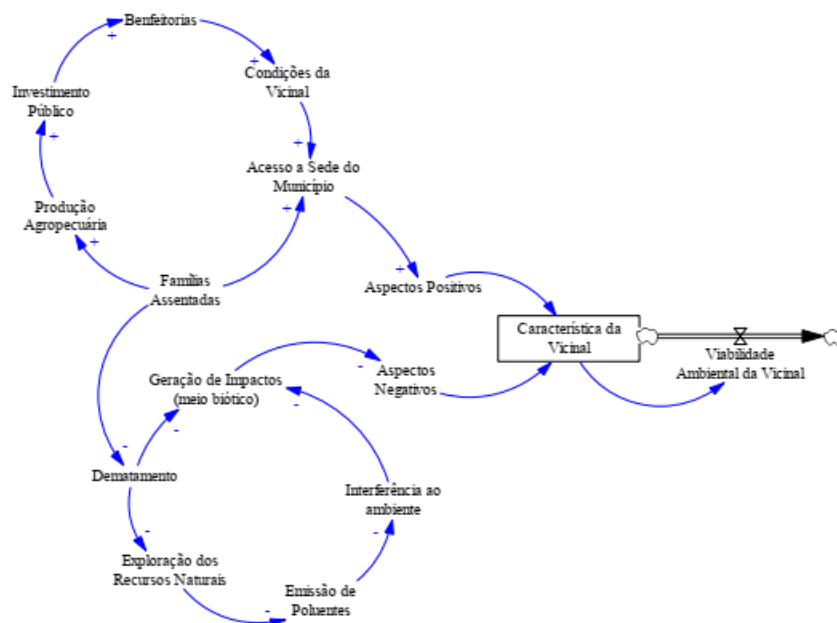
referências escolhidas. Procedese a montagem dos fluxos causais referentes aos eventos dos indicadores (Figura 5). A partir do passo 5 os elementos dos mapas causais são colocados em um software (nessa pesquisa, usa-se o *Vensim*) que analisa seu comportamento no decorrer de um período, considerando os pesos estabelecidos. Esse comportamento é resumido em gráficos que exprimem suas viabilidades, a partir do balanceamento matemáticos de pesos positivos e negativos resultantes de cálculos programados (Figura 6).

Figura 4: Fases da metodologia de Maciel (2008) - eventos qualitativos e quantitativos



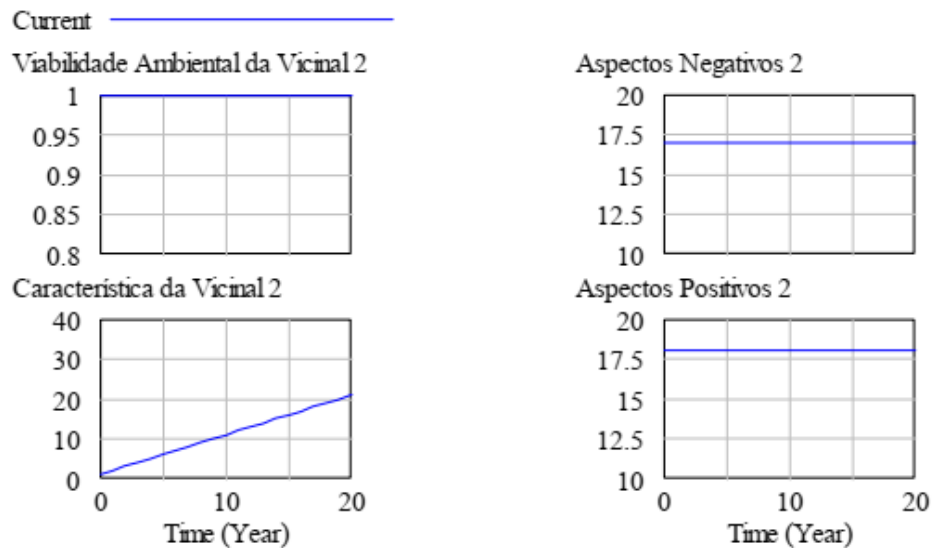
Fonte: Maciel (2008).

Figura 5: Mapa de fluxos causais do sistema dinâmico



Fonte: Maciel (2008).

Figura 6: Simulação computacional quantitativa de aspectos positivos e negativos de uma dado elementos ou característica (indicador) do sistema



Fonte: Maciel (2008).

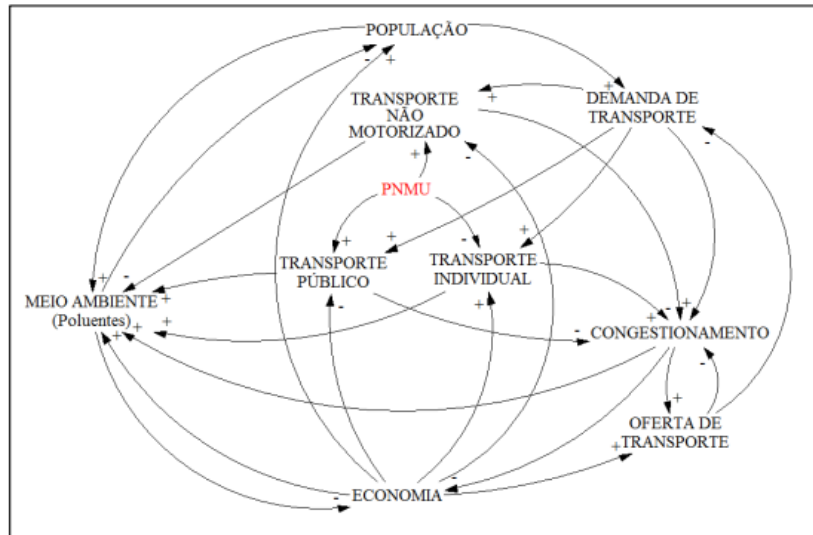
A tese de Fontoura (2019), também da engenharia de transportes, se baseia em um conceito de dinâmica de sistemas criado por um pesquisador da área tecnológica da década de 1950. A teoria parte da não linearidade dos eventos e os organiza em algo semelhante ao diagrama de fluxos causais, mas chama de *Loops* de causalidade. Nessa pesquisa, o processo de modelagem é assessorado pelo modelo de Sterman (2000), que preconiza etapas ao processo sistêmico construtivo, muito semelhante ao de Bertalanfy (1975), que desenvolveu esse entendimento no meio biológico preliminarmente.

Em um loop causal de Fontoura (2019), como na Figura 7, os elementos são escolhidos e organizados de maneira qualitativa (Figura 8), exibindo indicação sobre suas incidências (positiva ou negativa). Esse diagrama é reorganizado segundo um estoque de fluxo, com fórmulas matemáticas – como na Figura 9 - que organizam seus elementos a partir de um balanceamento entre números de entradas e saídas (número de vezes em que o elementos foi causa ou foi consequência). O autor explica que, mesmo com a utilização de cálculos determinísticos, o modelo tem caráter mais qualitativo, que exhibe o comportamento de padrões em um sistema identificado mas não sua simulação exata.

Depois disso, o autor define as fórmulas (as quais chama de submodelos) que, a partir de indicadores específicos, irão representar quantitativamente cada um dos elementos propostos no loop. Ele define as unidades para representar esses

resultados e então aplica o modelo proposto a qualquer sítio que apresente os dados escolhidos. Depois da aplicação, são gerados gráficos temporais que correspondem a cenários prospectivos, possibilitando análises.

Figura 7: Diagrama de *Loop Causal* proposto por Fontoura (2019). Fonte: Fontoura (2019).



Fonte: Fontoura (2019).

Figura 8: Exemplo de transformação dos indicadores em fórmula matemática para mensuração quantitativa do impacto

- i. População  $\xrightarrow{+}$  Demanda de Transporte  $\xrightarrow{+}$  Transporte Não Motorizado  $\xrightarrow{-}$  Congestionamento  $\xrightarrow{+}$  Meio ambiente (Poluentes)  $\xrightarrow{-}$  Economia  $\xrightarrow{+}$  População (positivo);
- ii. População  $\xrightarrow{+}$  Demanda de Transporte  $\xrightarrow{+}$  Transporte Coletivo  $\xrightarrow{-}$  Congestionamento  $\xrightarrow{+}$  Meio ambiente (Poluente)  $\xrightarrow{-}$  Economia  $\xrightarrow{+}$  População (positivo); e
- iii. População  $\xrightarrow{+}$  Demanda de Transporte  $\xrightarrow{+}$  Transporte Individual  $\xrightarrow{+}$  Congestionamento  $\xrightarrow{+}$  Meio ambiente (Poluentes)  $\xrightarrow{-}$  Economia  $\xrightarrow{+}$  População (negativo).

Fonte: Fontoura (2019).

Figura 9: Exemplo de transformação dos indicadores em fórmula matemática para mensuração quantitativa do impacto

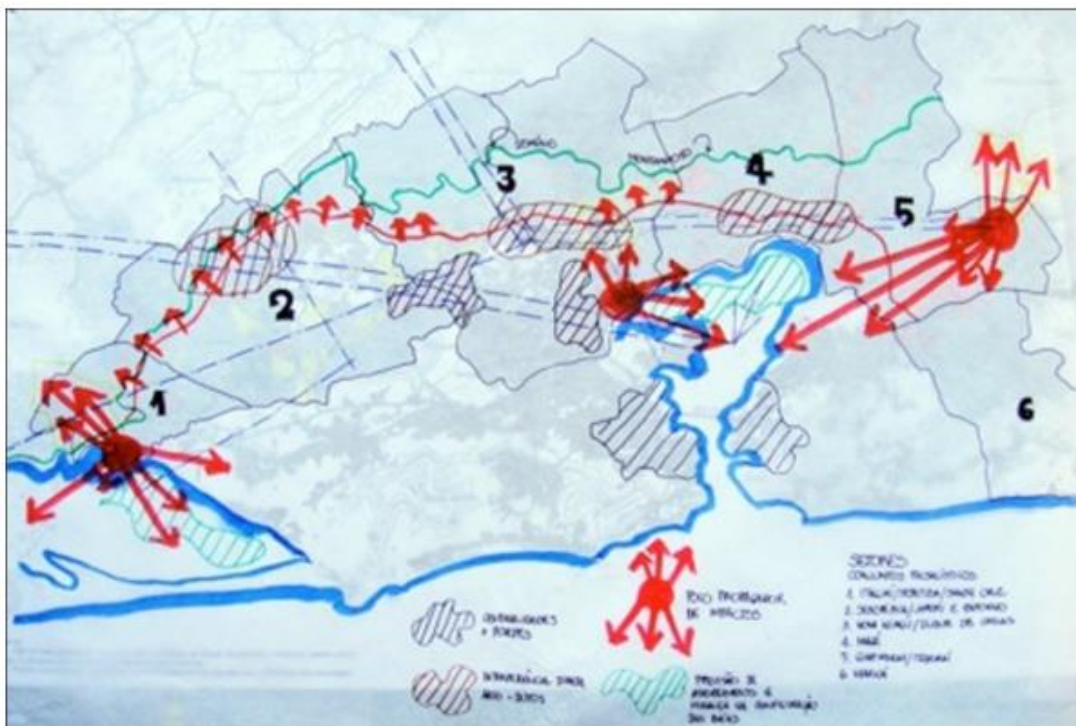
$$\text{Congestionamento} = \frac{(DTP \text{ por Veíc. Coletivo} + DTP \text{ por Veíc. Individual})}{\text{Capacidade do Sistema}}$$

Fonte: Fontoura (2019).



Já os dois exemplos mais qualitativos, com natureza nas ciências sociais, foram pesquisas realizadas na arquitetura e urbanismo. Sob a forma de estudos de fragmentos da paisagem, Tangari *et al.* (2011) produziram um levantamento de impactos no entorno do Arco Metropolitano, anel viário do Rio de Janeiro. Separando a extensão do traçado em 6 áreas (Figura 10), procederam-se oficinas de discussão e análises, integrando equipes multidisciplinares formadas por especialistas, representantes das entidades de classe, governo e população. Nessas oficinas foram desenvolvidos estudos de cenários prospectivos em escala metropolitana e local (Figura 12).

Figura 10: Extensão do Arco Metropolitano dividida em áreas de paisagem para análises



Fonte: Tangari et al. (2011).

O método consistiu na realização de análises sobre 4 eixos fundamentais: Desenvolvimento e gestão; transporte e redes; centralidades urbanas e paisagem e planejamento. Cada um desses eixos foi debatido considerando os parâmetros fundamentais: ambiental, socioeconômico e urbano. Como mostra a Figura 11, cada um deles possuía palavras-chave (ou frases-conceito) a serem sorteadas e detalhadas (ex.: recursos naturais, relevo, fauna, equidade social, educação, emprego, cidadania, acessibilidade, habitação, valor do solo etc.). O sorteio definiu o

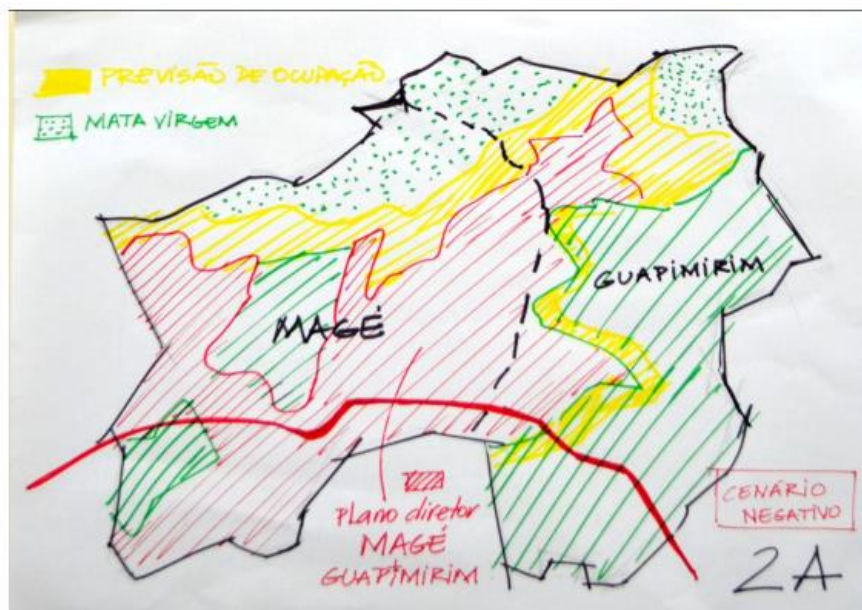
tema dos debates e das análises, que são concretizadas em mapas a partir de dados estatísticos, geográficos, da academia e dos gestores.

Figura 11: Frases-conceito sorteadas para debates e análises detalhadas

<b>ambientais</b>	<b>sócio-econômicos</b>	<b>urbanos</b>
sistema hídrico exploração dos recursos naturais relevo conservação preservação fauna cobertura do solo	equidade social educação saúde renda emprego cidadania	Acessibilidade infra-estrutura habitação valor do solo crescimento urbano mobilidade

Fonte: Tângari *et al.* (2011).

Figura 12: Exemplo de cenário negativo estudado por uma das áreas de paisagem.



Fonte: Tângari *et al.* (2011).

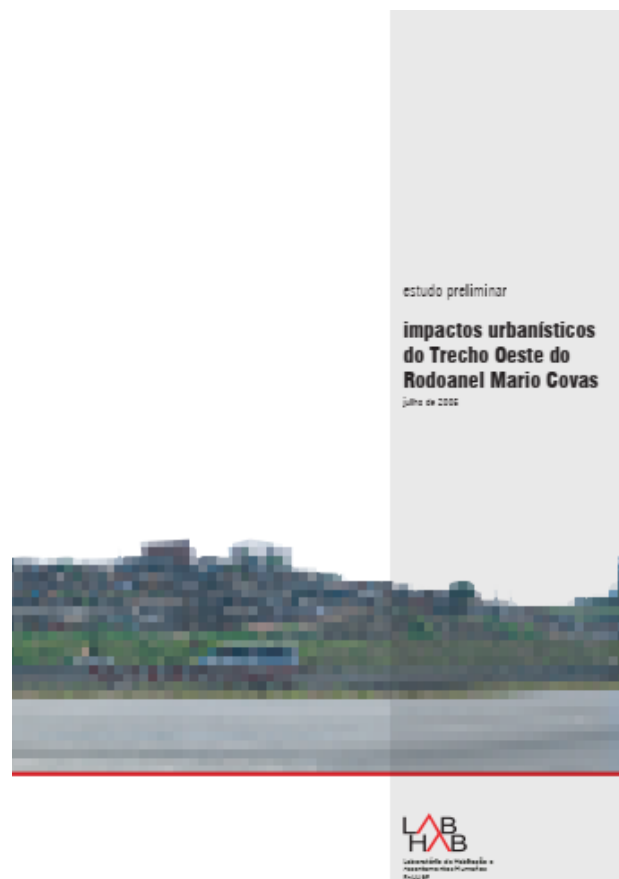
Em vários momentos o trabalho cita a importância do olhar integrado e, sobretudo, participativo da população nas decisões de planejamento, abrindo um canal de troca e escuta dos residentes e não só do atendimento às questões técnicas e da gestão. O trabalho referencia o conceito de teia de Capra (2002), e enfatiza a importância do olhar multidimensional e multiescalar sobre a implantação de rodovias. Nesse estudo, essa teoria parte do entendimento sobre a paisagem, considerada o “sistema principal” ou o “todo”, em detrimento da análise isolada de temáticas próprias ao planejamento dos transportes.

Por último, o trabalho dos acadêmicos do LABHAB (laboratório de habitação), da USP (2005), traz uma hipótese ainda mais qualitativa, que defende uma

discussão menos idealizada na tríade “ambiental, social e econômica” e mais inclusiva em relação aos aspectos urbanos e do transporte propriamente ditos. A pesquisa critica o uso de simulações matemáticas e computacionais no campo das ciências sociais, questionando se esses modelos não teriam perdido credibilidade no meio urbanístico, já que sua natureza é projetada para responder apenas o que foi programado sem incluir novas variáveis imprevisíveis.

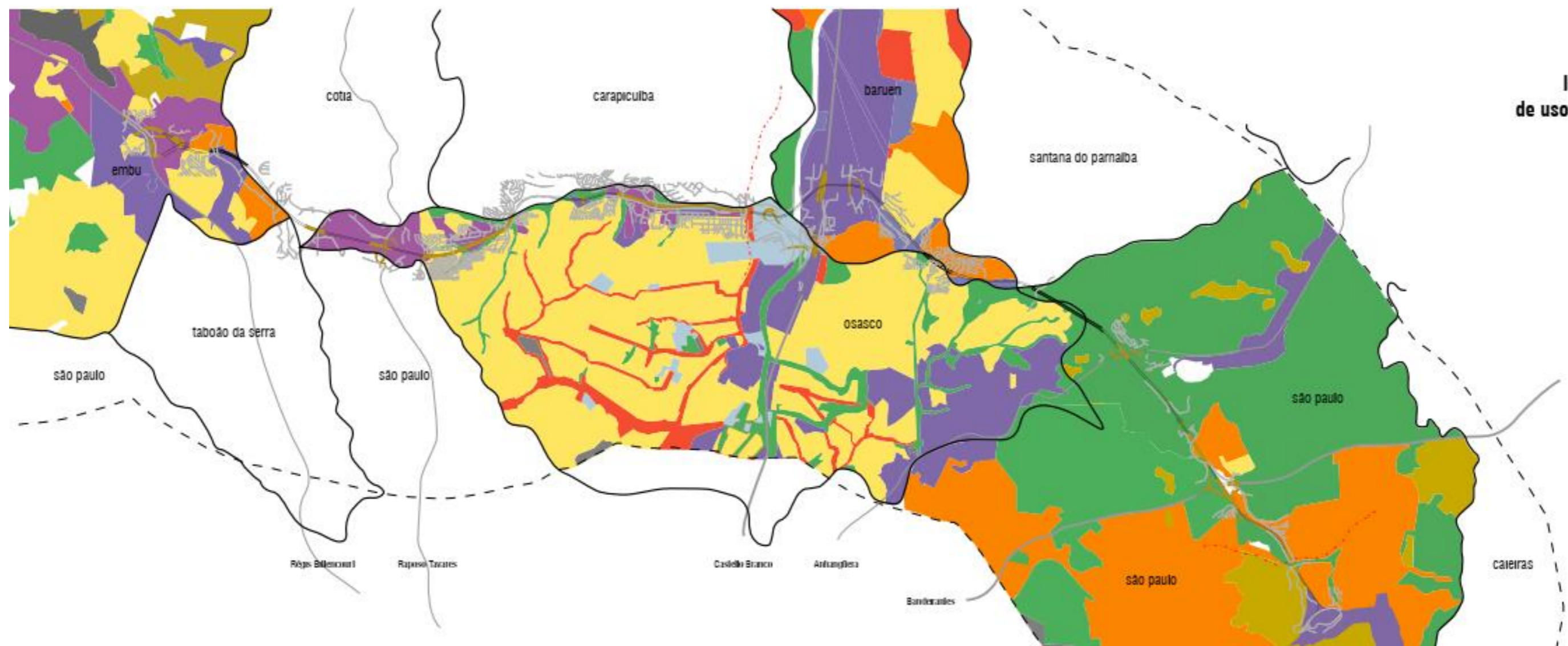
Partindo do levantamento de campo, dados geográficos e secundários, entrevistas e análises de materiais e documentos escritos sobre a região analisada (trecho oeste do rodoanel Mário Covas), a pesquisa revelou situações críticas de conflito entre o uso e ocupação do solo e a rodovia. Culminou no levantamento de pontos de revisão do traçado e replanejamento de alguns temas, com a sugestão de melhorias e diretrizes, sempre baseadas em referências bibliográficas e análises de especialistas. O resultado prático do estudo foram os mapas de diagnóstico (Figura 14), as discussões realizadas no âmbito acadêmico e as reflexões finais que geraram uma espécie de cartilha, de 163 páginas (Figura 13).

Figura 13: Capa do estudo executado



Fonte: LABHAB (2005).

Figura 14: Mapa de uso e ocupação do trecho de rodoanel analisado



Fonte: LABHAB (2005).

Um último ponto interessante sobre pesquisas sistêmicas e como identificá-las é que elas apresentam uma diversidade de nomenclaturas, podendo se apresentar na academia como “abordagem sistêmica”, “pensamento sistêmico”, “abordagem multidisciplinar”, “modelagem de sistemas”, “sistemas complexos”, “matrizes de interação”, “abordagem multidisciplinar” ou “análises multicritério”. Independente da nomenclatura e com algumas variações de formato e natureza, elas, na prática, explicitam todas o mesmo intento: a necessidade de análise global, considerando o todo e não uma parte especializada, envolvendo atores, escalas, e temáticas diversas com o fim de encontrar respostas menos relativas (apesar de também não serem absolutas).

A metodologia proposta por esta pesquisa transita entre métodos quantitativos e qualitativos, buscando mesclá-los na abordagem. Acredita-se que ambos os direcionamentos se fazem necessários para uma análise mais realista de impactos. Esse seria justamente o diferencial da pesquisa, principalmente no que concerne a descoberta de novos elementos envolvidos no sistema de impactos, na intenção de contornar determinismos á parametrizados, e no entendimento das relações conjuntas e interdisciplinares – fugindo de análises por categorias.

### **3.1. TEORIA DE FUNDAMENTAÇÃO: A TGS.**

A Teoria Geral dos Sistemas (TGS), de Ludwig Von Bertalanffy, foi por ele elaborada em 1937 (BERTALANFFY, 1975), visando a proposição de uma perspectiva diferenciada à compreensão científica analítica, cartesiana, reducionista e mecanicista moldada por Descartes (CAPRA, 2002). Os mecanismos existentes até então eram limitados em termos de compreensão dos fenômenos orgânicos (BERTALANFY, 1975), dada a complexidade atribuída pelas suas multicausalidades. Houve, então, a necessidade de uma nova abordagem científico-metodológica que explorasse o movimento contrário ao que se fazia: da macroescala, considerando as várias causalidades, para a microescala, afetada por uma diversidade de razões (OLIVEIRA e PORTELA, 2006).

Segundo Bertalanffy (1975), o funcionamento sistêmico se aplica a diferentes realidades, já que em tudo se verifica uma associação entre ciências de todos os tipos. Ele elucida seu conceito geral de sistema, que, sob o viés de sua teoria, seria o conjunto de várias partes que se inter-relacionam, interagem e se

conectam com o meio (o todo) na qual estão inseridas, fugindo da visão científica tradicional, mais linear e objetiva.

Ao longo do tempo, vários autores exploraram definições acerca de conjuntos sistêmicos, para os quais foram atribuídas especificidades. Segundo eles, os sistemas se subdividem em várias tipologias: sistemas abertos ou fechados, naturais ou artificiais, estáticos ou dinâmicos (ou vivos), concretos ou abstratos, entre outros (OLIVEIRA e PORTELA, 2006; MACEDO *et al.*, 2008;). Aqui se trabalha com os sistemas abertos e complexos, já que eles se assimilam, por suas características, à natureza da cidade enquanto macrosistema social (KASPER, 2000). São conjuntos desordenados, cujos componentes ou variáveis não se conhece completamente e cujo perímetro do “todo” se mostra impreciso (OLIVEIRA e PORTELA, 2006).

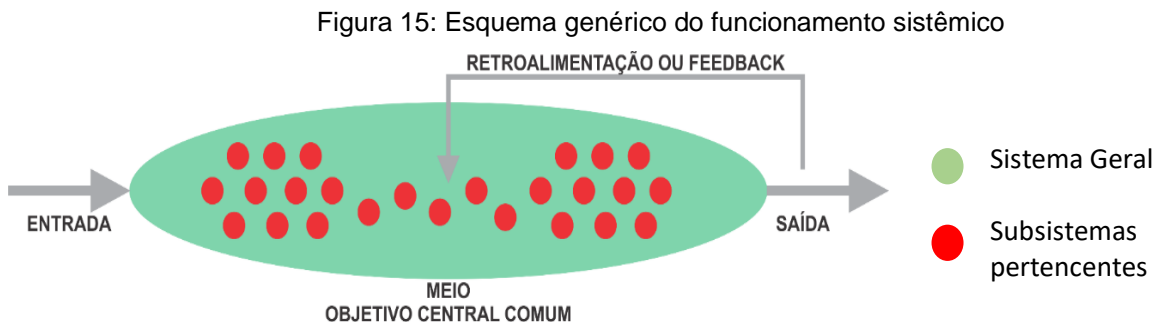
A complexidade desses sistemas reside na abertura que o interior tem para com o exterior, num processo permanente de interação e retroalimentação que, apesar de sua propriedade de homeostasia (ou adaptabilidade) e resiliência, não exibem comportamento determinístico, mas apenas probabilístico (KASPER, 2000; MACEDO *et al.*, 2008). Essa é uma das bases do entendimento do macrosistema urbano, em cujo planejamento se pode projetar cenários prospectivos, mas nunca certezas. Segundo esses autores, o entendimento do conjunto sistêmico depende da avaliação de suas partes e de suas interrelações, já que a mesmas geram subprodutos não esperados que se adicionam ao “todo”. Nesse sentido, o todo não é a mera soma das partes, mas delas e do resultado de suas interações.

A interação entre as partes reagentes ao meio gera subprodutos reajustáveis às condições de sobrevivência (Oliveira e Portela, 2006), conferindo ao sistema a propriedade resiliente, que também se assemelha e se aplica à questão urbana. Para os Autores Oliveira e Portela (2006), o sistemas complexos são, assim, sistemas abertos em incessante evolução, alimentados e retroalimentados de informações que dificultam sua compreensão e ordenamento. Porém, Kasper (2000) explica que esses sistemas podem ser equacionados através da fragmentação em sistemas menores, sem perder de vista o contexto geral com o qual se relacionam.

Segundo os autores trabalhados (Kasper, 2000; Oliveira; Portela, 2006; Macedo *et al.*, 2008), que se embasaram nos parâmetros sistêmicos de Bertalanffy (1975), todo conjunto sistêmico é formado de partes que interagem entre si dentro de um meio, segundo um objetivo comum, apesar de cada uma delas possuir, separadamente, funcionalidades diferentes. A estrutura sistêmica complexa e

dinâmica é alimentada por inputs, ou elementos de entrada, que interagem com os subsistemas e geram subprodutos, os outputs. Este, segundo uma dinâmica de retroalimentação, onde o sistema aprende com os erros e procura saná-los ou se adaptar às más condições (fenômeno da homeostase ou resiliência), estes subprodutos se somam ao sistema, modificando-o constantemente. No esquema da Figura 15, elucida-se um sistema complexo e aberto genérico, demonstrando seu funcionamento estrutural.

Outra característica relevante do entendimento sistêmico para este trabalho é seu nível relativo em relação ao todo. Nesse caso, um macrossistema é formado por sistemas específicos, e estes por subsistemas menores. Os subsistemas podem ser parte de um sistema maior ou podem ser, eles mesmos, um sistema próprio, dependendo da função que exerçam dentro de um dado conjunto analisado (BERTALANFFY, 1975). Em um sistema biológico, por exemplo, o sangue poderia ser parte (ou subsistema) de um sistema maior – circulatório – formado por veias arteriais e venosas, coração etc. Por outro lado, o sangue é um sistema próprio, formado por partes ainda menores, como os glóbulos brancos, vermelhos, oxigênio etc.



Fonte: Elaboração própria adaptado do texto de Oliveira e Portela (2006).

### 3.1.1. A Teoria Geral dos Sistemas e as cidades

Desde os primórdios, o estudo das cidades foi permeado por metáforas diversas que pudessem auxiliar na compreensão de seu funcionamento. Pesavento (1999) explica que a construção de representações arquetípicas é necessária para pensar a cidade sobre outros prismas, mais complexos e completos. Possamai (2007) detalha que muitas foram – e ainda são - as metáforas atribuídas às cidades

e seu funcionamento: labirinto, máquina, empresa, vulcão, espelho, selva, entre outros.

Esta autora ressalta que, com o passar dos tempos, as constantes adaptações e transformações assemelharam as cidades à organismos vivos, que, da mesma maneira, passam por processos de evolução e resiliência. Essa concepção, de forma abrangente, refere-se a uma ideia ecológica, análogo aos preceitos de Capra (2002) quando explica o funcionamento de sistemas sociais afeitos aos sistemas vivos.

A grande correlação do urbanismo com preceitos do iluminismo (ALCANTARA *et al.*, 2019) e ideais higienistas do final do século XIX e início do século XX (VILLAÇA, 2001), trouxe uma gama de terminologias da medicina para o estudo das cidades, dando continuidade as comparações entre fenômenos orgânicos e urbanos (GUNN E CORREIA, 2001). À época consolidou-se a imagem da cidade como um organismo vivo, de metabolismo próprio e complexidades sistêmicas, tal qual o dos organismos biológicos (ALCANTARA *et al.*, 2019; GUNN e CORREIA, 2001;). Essa metáfora centra-se, principalmente, na ideia de que seu crescimento é como uma força motriz celular, de complexo controle e planejamento.

Santos (2006) acredita que o espaço, geograficamente falando, é também formado por dois sistemas, de objetos e de ações, o que ele chama de “fixos e fluxos”, quando se refere à construção da estrutura espacial urbana. Para o autor, o sistema natural foi sendo gradativamente modificado pelas ações antrópicas, transformando-se num sistema de objetos fabricados, mecanizados, tecnológicos e, atualmente, cibernéticos (Santos, 2006, p. 39). Assim, ações e objetos são partes indissociáveis do sistema de espaços, por assim dizer, cuja interação produz a configuração espacial. Para Santos (2006), esses elementos não subsistem sozinhos, já que cada um tem sua existência condicionada a do outro e assim se dá a dinâmica espacial.

Capra (2002) relata algo semelhante em sua fala sobre conexões não tão explícitas que distintos elementos de um mesmo conjunto podem possuir entre si. Eles seriam condicionados pela existência um do outro, mas não da mesma maneira como disse Santos (2006). Para Capra (2002) os elementos até poderiam existir por si só, mas sempre estariam conectados direta ou indiretamente com outros que o modificam e a outros que é capaz de modificar em decorrência de sua interação. A visão de Capra (2002), mesmo que voltada para uma perspectiva holística



ecológica, descortina a rede que se conecta a diversos elementos de um dado conjunto que possui um objetivo.

Capra (2002) também exemplifica essa dinâmica à luz do desenvolvimento sustentável, elucidando que, para além de processos lineares, onde uma coisa depende de outra num fluxo contínuo, a objetivação das práticas sustentáveis está conectada em rede à várias outras práticas, interdependentes e em interação constante. Todos os elementos de um dado conjunto seriam então partes inter-relacionadas com o todo, em afetação constante e mútua. Na Figura 16, uma representação do fluxo não-linear, integrativo e interdisciplinar entre distintos elementos pertencentes ao conjunto de objetivos do desenvolvimento sustentável, mencionado por Capra (2002), elucidando as interações em rede, segundo um funcionamento sistêmico.

Figura 16: Mapeamento em rede, segundo fluxo de pensamento sistêmico



Fonte: Adaptado de CAPRA (2002).

Seguindo a mesma linha de raciocínio e tomando por base os autores citados, tem-se que o entendimento da cidade, do urbano e do seu funcionamento, a partir da perspectiva de organismo vivo e com foco nas interações interdisciplinares visando a sustentabilidade, se adequa ao uso da TGS. Considerando as subjetividades e usos mais qualitativos, esta apresenta conceitos e definições que vão ao encontro das mesmas subjetividades do urbano. Projetando a análise para a lógica do planejamento urbano, alguns estudos e reflexões já foram feitos e servem de auxílio conceitual desta pesquisa.

### 3.1.2. Aplicação à luz do planejamento

Visando entender como os postulados da TGS se encaixam na linguagem das análises urbanas, procedeu-se análise sobre alguns de seus conceitos, propriedades e características específicas. Os estudos foram baseados nas seguintes referências: Alcantara *et al.* (2019), Anjos (2004), Bertalanffy (1975), Kasper (2000), Macedo *et al.* (2008), Naciff (2020), Oliveira (1998), Oliveira e Portela (2006):

- i. Sistemas são conjuntos formados por elementos (partes) que interagem entre si, em um determinado meio (todo), com um objetivo específico.
- ii. A lógica de abordagem sistêmica se aplica à todas as ciências em largo espectro, inclusive às sociais (urbanismo, por exemplo).
- iii. O todo é maior que a soma das partes (elementos) que interagem entre si e geram subprodutos inesperados (propriedade totalidade e organização).
- iv. A interação modifica os elementos e o todo do sistema, fazendo com eles, assim, se impactem mutuamente (propriedade interação)
- v. Sistemas abertos não tem delimitação definida
- vi. Sistemas complexos possuem dinamismo nos elementos e em suas interações, dificultando sua determinação.
- vii. Entropia é a desordem do sistema.
- viii. Inputs e Outputs são fluxos de entrada e saída necessários ao funcionamento dos sistemas.
- ix. Homeostasia é a estabilidade do sistema adquirida por características de realimentação (feedback) e resiliência.

- x. Sistemas são compostos por subsistemas e constituintes de macrosistemas. Suas denominações são relativas e dependem do objetivo funcional de um dado conjunto. Eles possuem, portanto, uma espécie de hierarquia, que varia com a perspectiva que se analisa.

O urbanismo, enquanto uma ciência social, pode ser trabalhado segundo a ótica sistêmica de Bertalanffy (1975, p. 23), que afirma essa consideração “por mais difíceis e mal estabelecidas que sejam atualmente as definições socioculturais”. Kasper (2000) corrobora essa visão quando explica que as mudanças trazidas pela sociedade industrial tiveram uma natureza predominantemente complexa, que exigia uma nova perspectiva de exame, a qual a lógica analítica de outrora não corresponderia. Embasado nas teorias de Russell Ackoff, Kasper (2000) afirma que se fazia imediato o desenvolvimento dessa nova ótica no âmbito das organizações sociais da cidade industrial.

Oliveira e Portela (2006, p. 13) avançam nas análises urbanas à luz da ótica sistêmica, e assemelham as diversas e complexas relações entre elementos urbanos ao funcionamento de um sistema aberto e complexo. Possuindo relações chamadas “multiformes”, a compreensão do todo necessita, segundo eles, de múltiplas perspectivas de entendimento ou multiníveis de análise, sob vários aspectos de sua estrutura (sejam as relações entre os prédios/ruas/quadras/bairros/cidades ou entre as distintas funções urbanas). A partir disso, a cidade passa a ser chamada de “macrosistema urbano” (OLIVEIRA e PORTELA, p. 7).

Para Beaujeu-Garnier (1980), as cidades enquanto sistemas sociais constituem-se de elementos (subsistemas) dinâmicos e mutáveis (pessoas e seus comportamentos, espaços, usos e atividades, fenômenos climáticos etc.) que se modificam constantemente fazendo do todo um algo complexo e indeterminável em relação às partes. Oliveira (1998, p. 46) completa dizendo que o sistema urbano tem sua compreensão vinculada às associações entre diversos fatores, sejam eles naturais/ambientais, urbanísticos propriamente ditos (ruas, quadras, infraestruturas etc.), demográficos, sociais, culturais, econômicos, tecnológicos e produtivos.

Para Oliveira e Portela, o funcionamento urbano sistêmico dependeria dos *inputs*, materializados nos componentes de abastecimento como um todo (energia elétrica, água, gás, rede de telefonia e informações, alimentos etc.) e o

transformariam em *outputs*, como resíduos de todos os tipos, produtos, impactos diversas na natureza. Numa tentativa incessante de manter-se resiliente à todas as problemáticas urbanas, o macrosistema urbano, através da realimentação e seguindo os ritmos naturais do meio em que se coloca, repete os fluxos de entrada e saída até atingir minimamente a homeostasia (Oliveira, 1998; Oliveira e Portela, 2006).

Assim se dá o funcionamento sistêmico macrourbano e, por associação, dos seus sistemas e subsistemas menores, como sua gestão administrativa, de saúde, educação, mobilidade urbana, entre tantos outros constituintes de sua macroestrutura urbana. Visto através de múltiplas perspectivas, ora um sistema é ele mesmo o todo, ora parte de outro, sendo assim um subsistema, refletindo a questão da hierarquia variável, um dos conceitos principais da TGS. Por exemplo, a mobilidade urbana é parte do todo da gestão, mas é, por si só, um sistema menor, constituída por outros elementos (como a acessibilidade e o transporte). Os mesmo elementos constituintes também podem ser, em outra perspectiva de análise, subsistemas menores, e assim sucessivamente.

Atualmente, no Brasil e no mundo, vem operando a lógica unânime de que todos os sistemas urbanos são dirigidos majoritariamente pela tríade do desenvolvimento sustentável, representada pelas dimensões social, ambiental e econômica (ONU, 2015). Buscou-se a partir desse conceito uma espécie de síntese de objetivos de planejamento, considerando que todos os setores da gestão se encaixariam em um ou mais desses grupos.

Todos os setores do planejamento urbano, constituintes da estrutura da gestão, poderiam ser entendidas, então, como sistemas no macrosistema urbano – fazendo a analogia entre Cidade e Sistemas. Conduzidas por diretrizes sustentáveis como as da ONU (2015), possuiriam, no mínimo, as dimensões da tríade (ambiental, social e econômica – ASE) como elementos, partes ou subsistemas. Dependendo do enfoque que se deseja, essas dimensões podem ser colocadas genericamente ou dividirem-se em partes menores para um entendimento mais detalhado de subsistemas, como preconiza o entendimento sistêmico multiforme (OLIVEIRA, 1998; OLIVEIRA e PORTELA, 2006).

As dimensões “ASE” da sustentabilidade têm natureza ampla e abrangente, uma espécie de escala macro da compreensão. Para entender mais detalhadamente seus elementos, faz-se necessário debruçar-se sobre aspectos menores de sua

constituição, tal qual fez Litman (2021). O autor explica as dimensões sustentáveis segundo suas características, sugerindo um desmembramento das mesmas em partes menores. Nesse caso, a dimensão social, por exemplo, seria um conjunto de aspectos como segurança, saúde, equidade/justiça, desenvolvimento comunitário e preservação da herança cultural.

Na realidade cotidiana do planejamento urbano, em múltiplas escalas, a gestão do todo sofre uma fragmentação, buscando uma análise urbana especialista sobre cada disciplina que precisa ser coordenada (OLIVEIRA E PORTELA; 2006), semelhante ao planejamento fragmentado criticado por Amaral (2009), que defende o modelo fractal de pensamento (interconectado). Na prática da gestão, cada se representa por secretarias, divisões ou ministérios, um setor da política pública constituinte do todo urbano e que, segundo os preceitos de Litman (2021) e ONU (2015), comporiam a tríade de dimensões sustentáveis que norteiam as políticas públicas de desenvolvimento urbano.

Comparativamente aos conceitos dessa pesquisa, cada setor da gestão, do planejamento portanto, representaria um sistema do macrosistema urbano. Cada setor é composto por diferentes políticas públicas, que são entendidas como elementos dentro desse setor (ou sistema). Devido à variabilidade hierárquica dos elementos constituintes dos sistemas (considerando que um sistema é, em outro caso um subsistema ou até mesmo um simples elemento menor), definiu-se a terminologia “elemento” para tratar dos resultados da RSL. Em resumo:

Dimensões ASE > setores do planejamento (sistemas do macrosistema urbano) >  
políticas urbanas constituintes dos sistemas e subsistemas de planejamento =  
elementos

### **3.2. DESENVOLVIMENTO DO MÉTODO (1ª e 2ª fases)**

Neste subitem serão abordadas as duas primeiras fases do procedimento metodológico desenvolvido para identificação de um subsistema de relações/interações entre as variáveis estudadas (AV, MOB e EEU). As ações aqui propostas concorrem para a diagramação do mesmo, a partir de ferramentas teóricas (RSL, identificação de palavras-chave) e práticas (aplicação no software KUMU e evolução dos diagramas). As análises das relações sistêmicas existentes

no conjunto identificado serão descritas em subitem separado, correspondente à 3ª fase; as 4ª e 5ª fases serão desenvolvidas no capítulo 4, que aborda mais detalhadamente o procedimento à luz do estudo de caso. Seguem-se as etapas propostas, seguindo o encadeamento citado e o quadro de número 1:

### 3.2.1. 1ª Fase

- *Definição e categorização dos sistemas de impacto dentro do macrosistema da Cidade (setores do planejamento que serão utilizados na busca da RSL).*

Num primeiro momento, considerou-se elencar diversos setores da gestão urbana como categorias de sistemas de impactos, utilizando todos esses setores na RSL (ex. saúde, educação, cidadania, transporte etc.). Essa solução foi descartada por resultar em grande diversidade de resultados a serem analisados. Buscou-se então uma outra categorização, mais simplificada e objetiva, que pudesse refletir os diversos tipos de impacto. Uma maneira preliminar de estudar sobre isso foi a partir da análise do instrumento atual de estudo de impactos de rodovias – considerando o anel viário uma rodovia classe zero – o EIA.

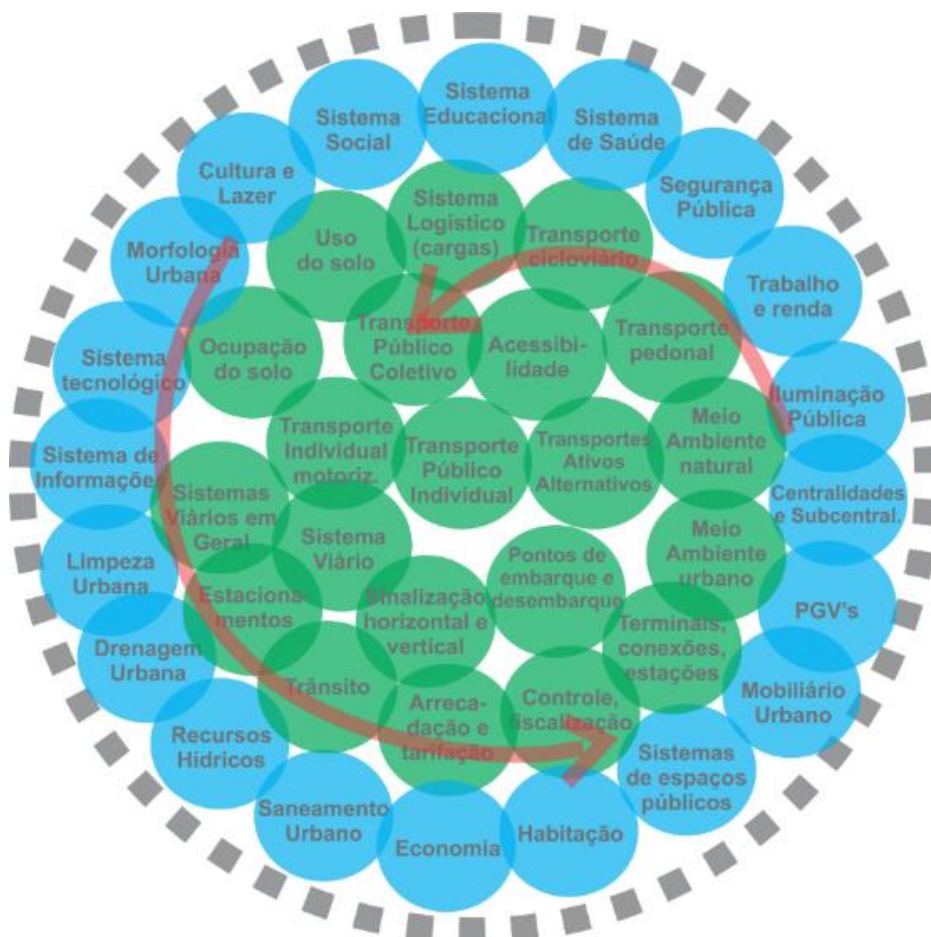
Foram estudados dois EIAs para fins de referência nesta pesquisa, o do Arco Metropolitano do Rio de Janeiro, de 2007, e o do trecho sul do rodoanel Mário Covas, de 2004. Ambos categorizam os impactos analisados em meios: físico, biótico e antrópico (que englobaria as influências sociais, econômicas e territoriais). Para tanto, explicam que a identificação de impactos se fundamentou em dados secundários relevantes, literatura específica, análise de imagens de satélite que evidenciassem questões de interesse, vistorias e levantamentos terrestres e simulações computacionais (SÃO PAULO, 2004; RIO DE JANEIRO, 2007). Essa é uma prática recorrente nos EIAs em geral, que consideram os meios físico e biótico representativos dos impactos ambientais e urbanos; o meio antrópico expressaria também alguns impactos urbanos e os sociais.

Como postula Bertalanffy (1975), a teoria geral dos sistemas deve promover uma alternativa aos paradigmas analíticos-mecanicistas padronizados pela ciência convencional. Dolci *et al.* (2008) assinalam que a visão ampla e integrada esperada no pensamento sistêmico não coincide com estipulações rígidas de parâmetros que seguem um fluxo causal determinado e linear, mas sim na descoberta múltipla de novos atores, em maior ou menor proporção (ou hierarquia, falando em sistemas).

Essa pesquisa não se atém unicamente a identificar impactos, mas a compreender como eles se relacionam de maneira sistêmica. A premissa aqui foi justamente fugir de padrões e convenções que enumerem questões de análise (paradigmas padronizados) e por isso partiu-se para opção da Revisão Sistemática de Literatura. Ou seja, seguiu-se uma das fundamentações dos EIAs analisados (o estudo de literatura específica, considerando que as pesquisas já realizadas evidenciassem por si mesmas os elementos envolvidos), mas fugindo de um modelo pronto e já parametrizados como ocorre na prática atual frequente.

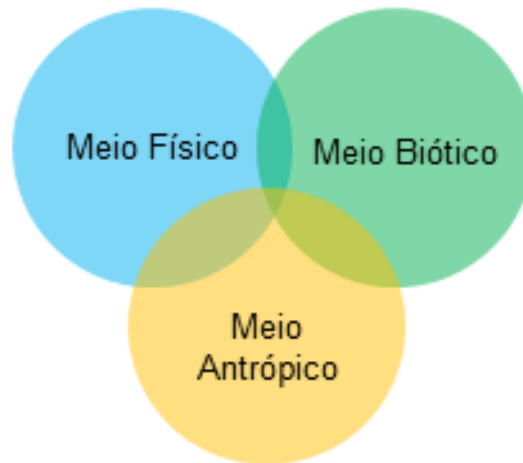
Preferiu-se adotar, portanto, uma linha de categorização mais genérica, como citado brevemente no item anterior, fazendo menção – inicialmente - a um grupo maior: os três setores do desenvolvimento sustentável “ASE”. A partir do exposto, decorreram-se as próximas etapas sucessivas. As Figuras 17, 18 e 19 retratam a diferenciação das abordagens nessa primeira etapa:

Figura 17: Esquema preliminar de entendimento das categorias de impacto - diversidade de setores da gestão que se relacionam com anéis viários



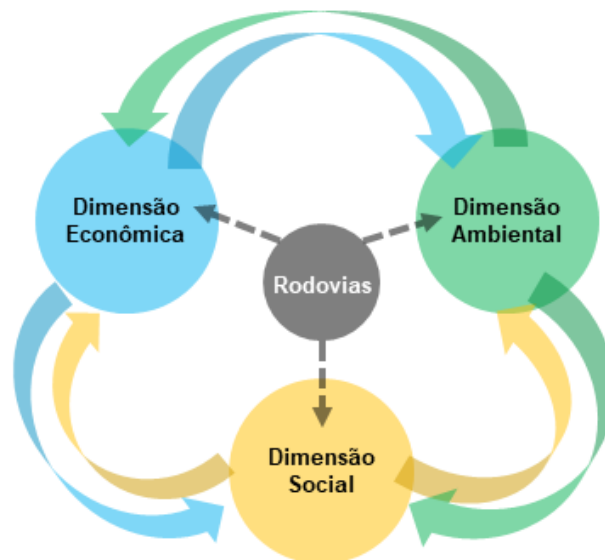
Fonte: Elaboração própria (2020).

Figura 18: Esquema que retrata as categorias frequentemente estabelecidas pelos EIAs



Fonte: Elaboração própria (2021).

Figura 19: Esquema que retrata a categorização escolhida inicialmente dos sistemas de impactos



Fonte: Elaboração própria (2021).

### 3.2.2. 2ª Fase

Composta pelas subfases:

- 1. Montagem e considerações:
  - Item a) RSL preliminar
  - Item b) RSL final
- 2. Construção dos diagramas sistêmicos:
  - Item a) Diagrama geral de relações (Macrossistema ASE+GP)
  - Item b) Diagrama do Subsistema de Mobilidade e Estrutura Espacial (MOB U EEU)
  - Item c) Diagrama final do Subsistema intersecção “Anéis Viários  $\cap$  (MOB U EEU)”:



### 1. Montagem e considerações:

#### *a) RSL preliminar:*

Foi realizada RSL buscando produções gerais (artigos, resenhas, TCCs, dissertações, teses e apresentações em congresso) sobre impactos de anéis viários nas 3 dimensões básicas da sustentabilidade (ASE – ambiental, social, econômica), apenas em português, nas bases de dados SCOPUS e GOOGLE ACADÊMICO: utilizou-se os termos de pesquisa “impactos” and “anéis viários” and “ambiental”, “social”, “econômico”. Como resultados, obteve-se pouca resposta quantitativa e, na maioria dos casos, muito voltada para análises específicas da área de transportes, por englobar o termo “anéis viários”. Como pretendia-se uma identificação mais geral de impactos (ou elementos do sistema), com naturezas diversas, optou-se por modificar essa etapa. Considerando que todo anel viário é uma rodovia classe zero, preferiu-se refazer a RSL com novo termo (“rodovias”), na intenção de uma resposta mais abrangente.

#### *b) RSL Final:*

Buscando produções gerais (artigos, resenhas, TCC's, dissertações, teses e apresentações em congresso) sobre impactos de rodovias nas 3 dimensões básicas da sustentabilidade (ASE), em português e inglês, nas bases de dados SCOPUS e GOOGLE ACADÊMICO. Foram analisados os primeiros 50 documentos de cada uma das 6 buscas, totalizando 300 documentos a serem analisados. Operadores booleanos foram utilizados em auxílio às buscas, como mostra a tabela 1.

**Tabela 1** - Quantitativo de documentos buscados na RSL.

Busca	Idioma	Termo 1	Operador	Termo 2	Operador	Termo 3	Qty. docs
1	PT BR	Impacto	And	Rodovias	And	Ambient-	50
2	PT BR	Impacto	And	Rodovias	And	Soci-	50
3	PT BR	Impacto	And	Rodovias	And	Economi-	50
4	EN US	Impact	And	Roads	And	Environment-	50
5	EN US	Impact	And	Roads	And	Soci-	50
6	EN US	Impact	And	Roads	And	Econom-	50
<b>Total de documentos</b>							<b>300</b>

Fonte: Elaboração própria (2021).

Os documentos foram analisados a partir da leitura em níveis: primeiro o resumo; se este não apresentasse expressão conclusiva sobre o conteúdo partia-se para leitura da conclusão e, em último caso, do desenvolvimento. Essa leitura foi

realizada com a intenção de identificar um “fluxo causal” entre os diferentes elementos envolvidos nos estudos, sendo o elemento inicial “rodovia” e o final, a dimensão analisada.

-Exemplo: Rodovias se relacionam com um elemento x, que por sua vez se relaciona com outro elemento y, z, w... e que, por fim, se relaciona com as dimensões ASE. Trocando o termo “se relaciona” que aparece sucessivas vezes dentro do fluxo causal pelo símbolo “-“, e considerando cada um dos elementos intermediários relacionados (x, y, z...) por um número (1, 2, 3...), obteve-se uma estrutura de relação linear como a seguinte:

Rodovia – elemento 1 – elemento 2 – elemento 3... – dimensão ambiental/social/econômica

A RSL em si tem sua análise pormenorizada nos apêndices 1 (a e b) e 2 (a e b), onde é mostrado, com detalhes, sua execução. Por hora, basta saber que o estudo pretendeu encontrar, dentro de uma busca abrangente, diferentes elementos que poderiam estar relacionados aos elementos principais da busca: rodovias e as dimensões ASE. É importante ressaltar que, apesar de falar-se em “fluxo causal”, a pesquisa não objetivou encontrar elementos que interagem diretamente com outros, sucessivamente, e nem seus impactos de forma quantitativa e precisa (denotando que um elemento majore ou minimize a presença de outro seguinte e que seja seu único fator causal).

Nesse sentido, quando se diz que “o elemento 1 se relaciona com o 2” considera-se uma relação subjetiva, muitas vezes agenciada por um ou mais fatores implícitos naquela pesquisa. Por exemplo, quando se diz que a pavimentação de uma via se relaciona com o aumento de velocidade nela operada (elemento 1 – elemento 2), ao invés de uma leitura cartesiana (elemento 1 provoca elemento 2), considera-se mais apropriado uma interpretação subjetiva (elemento 1 se relaciona em alguma medida com o 2), já que no meio dessa relação causa-consequência podem existir fatores implícitos de difícil síntese e denominação (no caso exemplificado, o tipo de veículo, escolaridade, educação e até mesmo gênero e idade poderiam determinar ou invalidar essa relação causal). De maneira mais simplificada, admite-se apenas a relação geral, mas assumindo a existência de uma subjetividade.

A subjetividade nos estudos sistêmicos é relatada por estudos como o de Fontoura (2019). Esse estudo, pautado por simulações computacionais, observa os efeitos de um elemento sobre o outro de maneira direta, em uma amostragem pequena de eventos, sendo que elementos que possuam algum nível de influência indireta podem ficar fora da representação. Esses elementos acabam sendo representados subjetivamente dentro da amostra das probabilidades, por meio das diversas hipóteses que uma simulação computacional gera, mas sem necessariamente serem citados diretamente.

Maciel (2008) explica isso quando diz que a representação de sistemas complexos envolve, como uma de suas fases principais, a geração de diversos cenários simulados, considerando diferentes atuações da mesma estrutura de componentes em diferentes momentos do tempo e do espaço. Dessa forma, o que justificaria a existência de diferentes desfechos causais entre os mesmos elementos seriam justamente as subjetividades.

Outro ponto importante a ser ressaltado é a denominação “relação linear”. Esse formato de entendimento é rechaçado por essa pesquisa, já que no pensamento sistêmico entendem-se os processos como sendo exatamente contrários a essa lógica, em uma relação ramificada e em teia (CAPRA, 2002). Porém, a fim de gerar uma compreensão mais rápida e prática dos 300 documentos analisados, preferiu-se essa simplificação. Essa “limitação” de formato é ajustada em uma fase posterior, quando, a partir do cruzamento de todos os elementos, ficam claras suas relações sistêmicas interligadas, e não mais lineares.

Mais algumas informações pertinentes sobre a RSL: na compreensão dos elementos, foram separadas algumas categorias, como elementos que condicionam ou caracterizam a relação e grupo social na qual a relação final, com as dimensões, se direciona. Esses dados foram assim organizados para entendimento da pesquisa, mas, por fim, todos foram colocados como elementos constituintes do sistema, em igual hierarquia<sup>8</sup>. Posteriormente, observou-se como alguns elementos se acentuam a partir da quantidade de interações. Outros quase se omitem, demonstrando a existência natural de hierarquias dentro do sistema (como postulou Bertalanffy,

---

<sup>8</sup> Como postula a TGS de Bertalanffy (1975), a hierarquia é uma característica relevante nos conjuntos sistêmicos e, sendo ela variável, atua sobre as perspectivas do todo (sistema ou subsistema). No caso da RSL, as categorias subdividiram os elementos em grupos menores (subsistemas), todos constituintes do mesmo grande sistema.

desde o princípio). As únicas subdivisões mantidas foram as dimensões e os termos principais, como explica-se no próximo item.

## 2. Construção dos diagramas sistêmicos

### a) Diagrama geral de relações – “Macrossistema ASE+GP”:

Através do software Kumu, todos os elementos encontrados no item anterior, agora organizados em denominações específicas, foram dispostos de maneira interligada e não mais linear. Esse grande diagrama de relações foi denominado sistema “impactos de rodovias nas dimensões ASE”, onde subdividiu-se todos os elementos de acordo com sua natureza mais voltada para as dimensões ambiental, social e econômica. Houve algumas tentativas de representação do diagrama antes do modelo a ser considerado “final”, esses diagramas intermediários estão dispostos no apêndice 3, onde pode-se acompanhar a evolução da criação.

Diz-se “final” entre aspas, para enfatizar que esse conjunto de relações identificadas é apenas representativo desta amostra de RSL, podendo outra amostra, com outros termos, em data mais atualizada, retornar elementos e relações diferentes. Ou seja, os elementos e relações identificados nesse grande sistema não esgotam, mas apenas exemplificam, os possíveis elementos e relações contidos no sistema analisado.

Outra questão que se apresentou durante a criação do diagrama foi a denominação exata da natureza dos elementos. De fato, alguns elementos têm natureza múltipla, ficando muito subjetiva sua classificação. Buscou-se, então, uma referência bibliográfica que auxiliasse essa etapa. Optou-se, assim, pela utilização das denominações de Todd Litman (2021), seguindo o quadro 5:

**Quadro 5** - Dimensões da sustentabilidade e uma adicional.

Econômico	Social	Ambiental
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Produtividade econômica</li> <li>• Desenvolvimento econômico local</li> <li>• Eficiência de recursos</li> <li>• Acessibilidade de preços</li> <li>• Eficiência operacional</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Equidade</li> <li>• Segurança e proteção</li> <li>• Desenvolvimento comunitário</li> <li>• Preservação do patrimônio cultural</li> <li>• Aptidão e saúde pública</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prevenção e mitigação da mudança climática</li> <li>• Prevenção da poluição do ar, do ruído e da água</li> <li>• Conservação de Recursos Não-Renováveis</li> <li>• Preservação do espaço aberto</li> <li>• Proteção da biodiversidade</li> </ul>
<b>Boa governança e planejamento</b>		
Planejamento integrado, abrangente e inclusivo; Preço eficiente		

Fonte: Litman (2021).

Essa referência contribuiu para resolver a questão das classificações, norteando a escolha da natureza dos elementos de acordo com as dimensões e encaixando os elementos de natureza múltipla na nova dimensão adicionada – governança e planejamento. Finaliza-se, então, nesta etapa, a representação do grande sistema geral “impactos de rodovias nas dimensões ASE+GP” (ambiental, social e econômica + governança e planejamento). Para fins de melhor visualização, buscou-se uma separação por cores e formatos que auxiliassem uma leitura imediata, como no exposto na Figura 20.

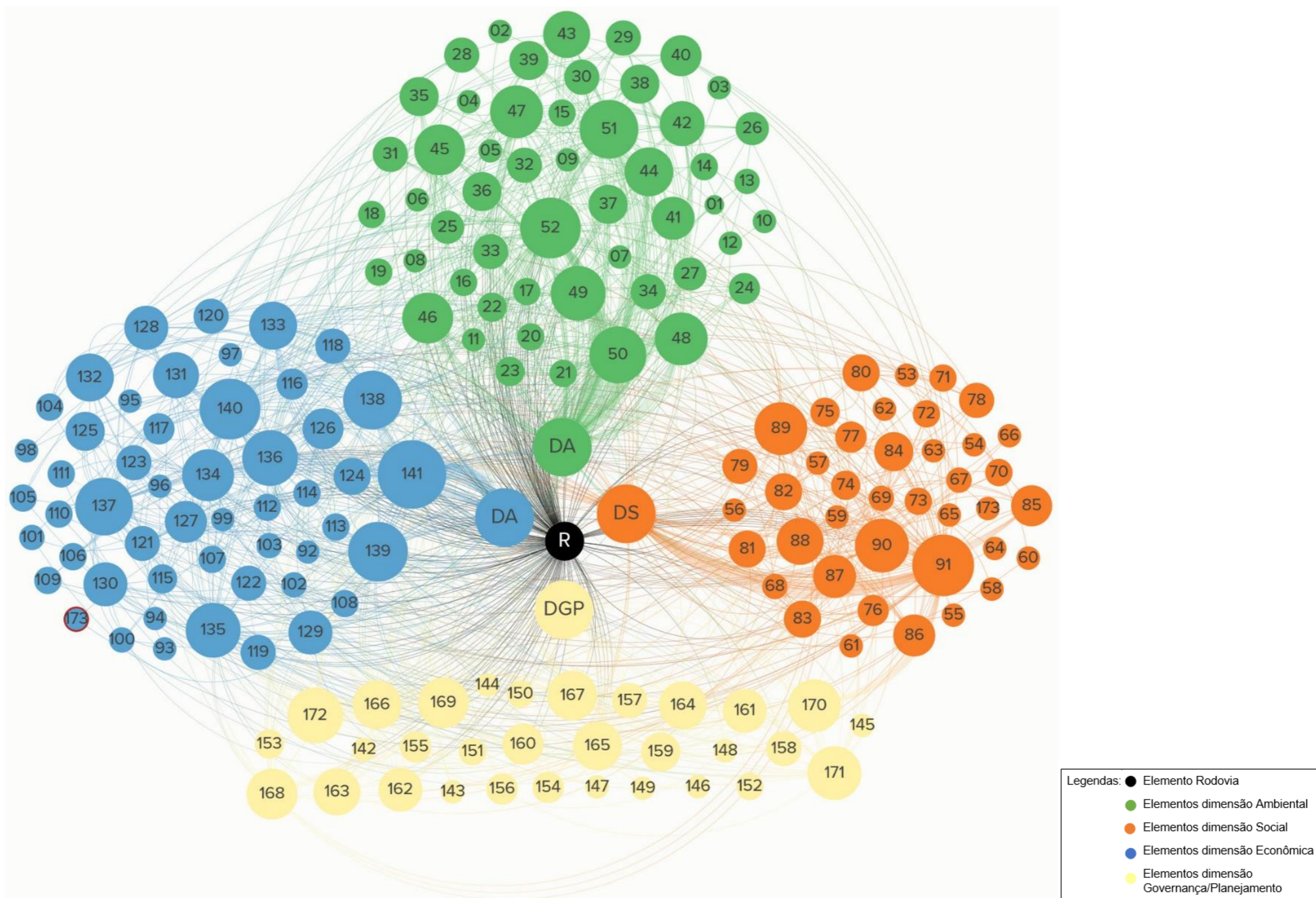
Para uma percepção mais geral, sem subdivisões de cores e números, e buscando enfatizar visualmente a quantidade de interações, explorou-se também um mapa em preto e branco (Figura 21). A legenda de elementos gerais se encontra no quadro 6, após os diagramas. Nesses diagramas, o número de ligações (ou interações que cada elemento possui), influencia em sua representação de tamanho. Assim, elementos com mais interação possuem um tamanho maior.

É importante ressaltar que, ao longo das análises, com o amadurecimento dos conceitos e revisões, a classificação de alguns elementos sofreu mudanças e foram reposicionados dentro do diagrama. Isso será percebido no diagrama final, que representa o subsistema fim deste trabalho: subsistema representativo das interações (impactos) entre anéis viários, mobilidade urbana e estrutura espacial. Apesar disso, as interações não mudam nem em número nem de posição, logo esses mapas, mesmo que preliminares, conseguem a expressar a complexidade das relações existentes entre todos os elementos identificados, formando uma grande teia como definiu CAPRA (2002).

*b) Diagrama do Subsistema de Mobilidade e Estrutura Espacial (MOB U EEU):*

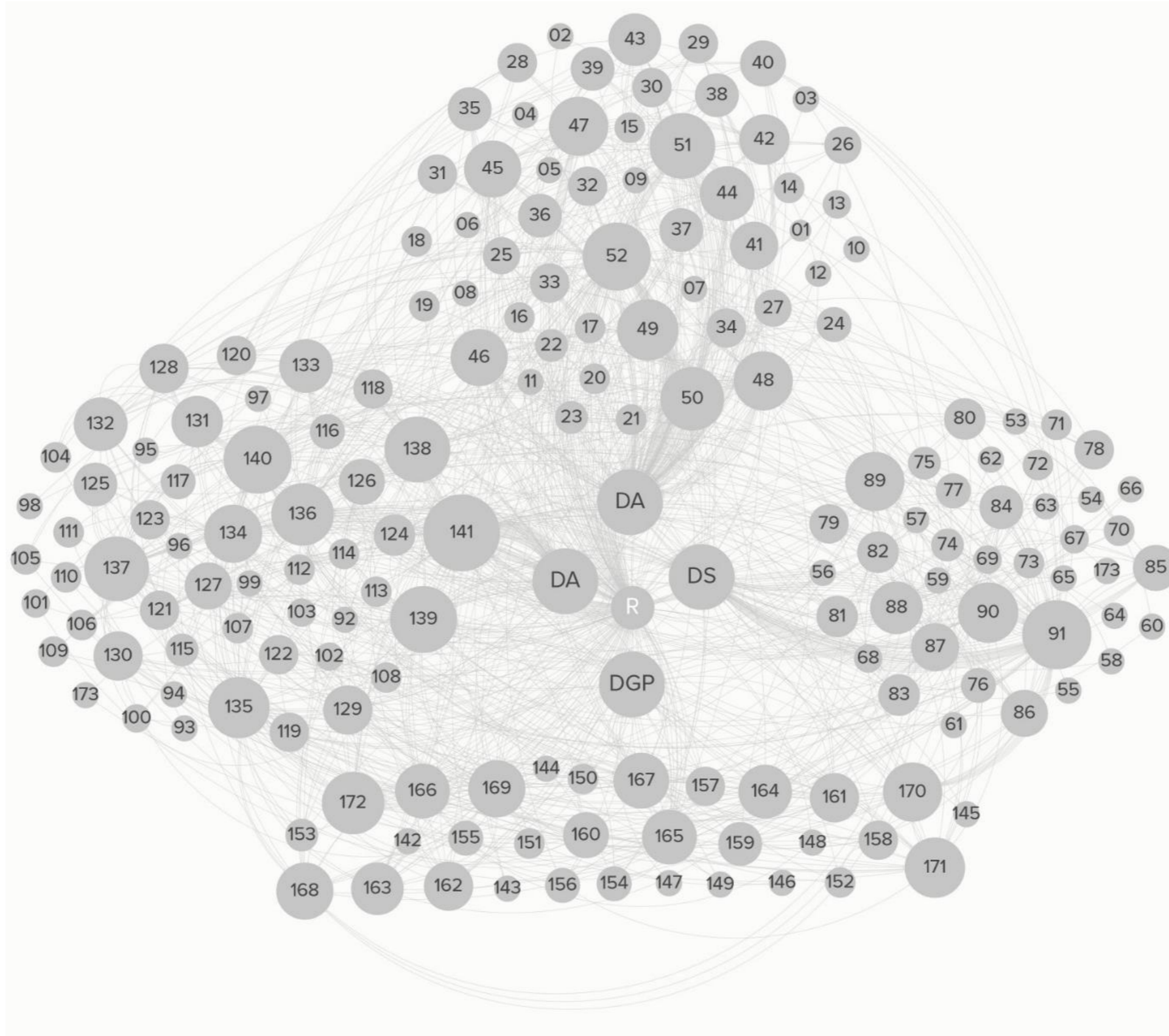
A partir de então, iniciou-se uma análise de como a temática da mobilidade urbana e da estrutura espacial, mais especificamente, poderiam estar relacionadas com o diagrama geral – dito grande sistema geral de impactos. Para isso, optou-se por destacar, no texto das referências deste trabalho (capítulo 2), palavras-chave que estivessem elencadas no diagrama e que expresse o contexto dos dois temas supracitados. Foi um exercício de revisão da bibliografia referenciada já descrita. As palavras identificadas no texto foram listadas no apêndice 4.

Figura 20: Diagrama do grande sistema geral: impactos de rodovias nas dimensões ambiental, social, econômica e governança/planejamento (colorido).



Fonte: Elaboração própria (2021).

Figura 21: Diagrama do grande sistema geral: impactos de rodovias nas dimensões ambiental, social, econômica e governança/planejamento (P/B).



Fonte: Elaboração própria (2021).

Os elementos do grande sistema geral que possuíram igualdade ou similaridade com as palavras-chave mencionadas foram destacados a fim de evidenciar os elementos próprios de cada um dos subsistemas analisados. Isso vai ao encontro dos conceitos colocados pelo estudo sistêmico, que define os subsistemas como sendo um conjunto de interações entre elementos contidos no sistema, porém numa espécie de hierarquia mais baixa (BERTALANFFY, 1975). A partir dessa conduta, tem-se os subsistemas MOB e EEU, respectivamente, nas Figuras 22 e 23, com os subsistemas encontrados.

As cores foram diferenciadas apenas para fim de visualização (Mobilidade – MOB – azul; Estrutura Espacial – EEU – vermelho; União Mobilidade e Estrutura Espacial – MOB + EEU – marrom claro; Anéis Viários – AV – roxo; Intersecção Anéis viários com a união Mobilidade e Estrutura Espacial – AV-(MOB+EEU) – marrom escuro). Para melhor entendimento, optou-se por representar os elementos por meio de números que estão discriminados no quadro 6.

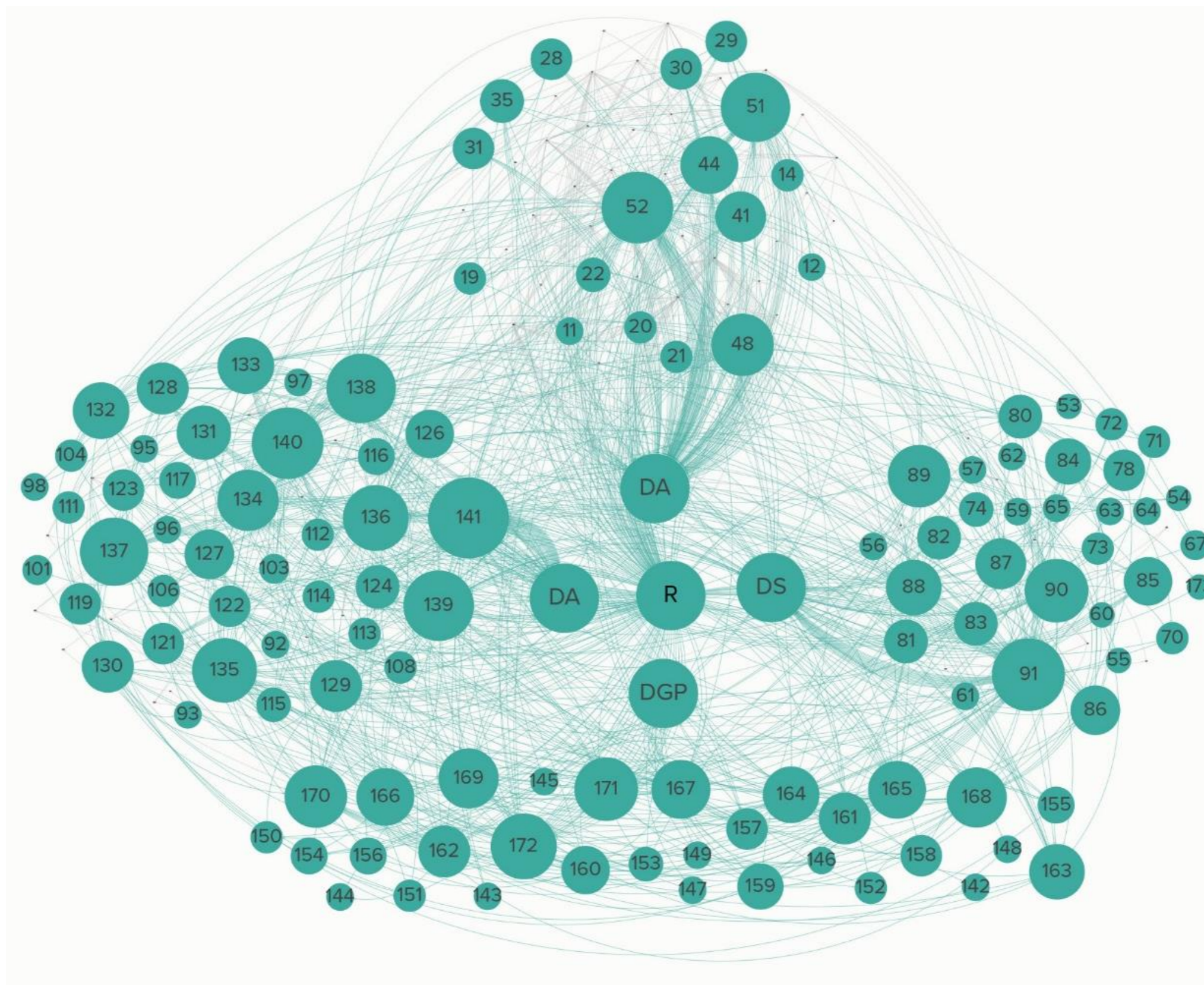
*c) Diagrama final: Subsistema intersecção “Anéis Viários  $\cap$  (MOB  $\cup$  EEU)”:*

No último mapa, que passou a ser chamado “subsistema união entre mobilidade e estrutura espacial”, procedeu-se formato semelhante de análise para o entendimento seguinte: como os anéis viários se relacionariam com esse subsistema. Assim, repetindo operação anterior, buscou-se no texto do capítulo 2 palavras-chave referentes ao contexto dos anéis viários que se igualariam ou assimilariam aos elementos do sistema união. Novamente, essas palavras selecionadas foram elencadas no apêndice 4 e foram materializadas em um diagrama único para anéis viários (Figura 24).

Todos os elementos identificados e suas interações foram entendidos, assim, como um subsistema intersecção entre o anterior e o subsistema de anéis viários. Eles ressaltam, essencialmente, como elementos do subsistema anéis viários (Figura 24) estão relacionados dentro do subsistema união mobilidade + estrutura espacial (Figura 25), denotando assim, o subsistema final intencionado: subsistema de relações/interações (impactos) entre anéis viários, mobilidade e estrutura espacial urbanas (Figura 26).

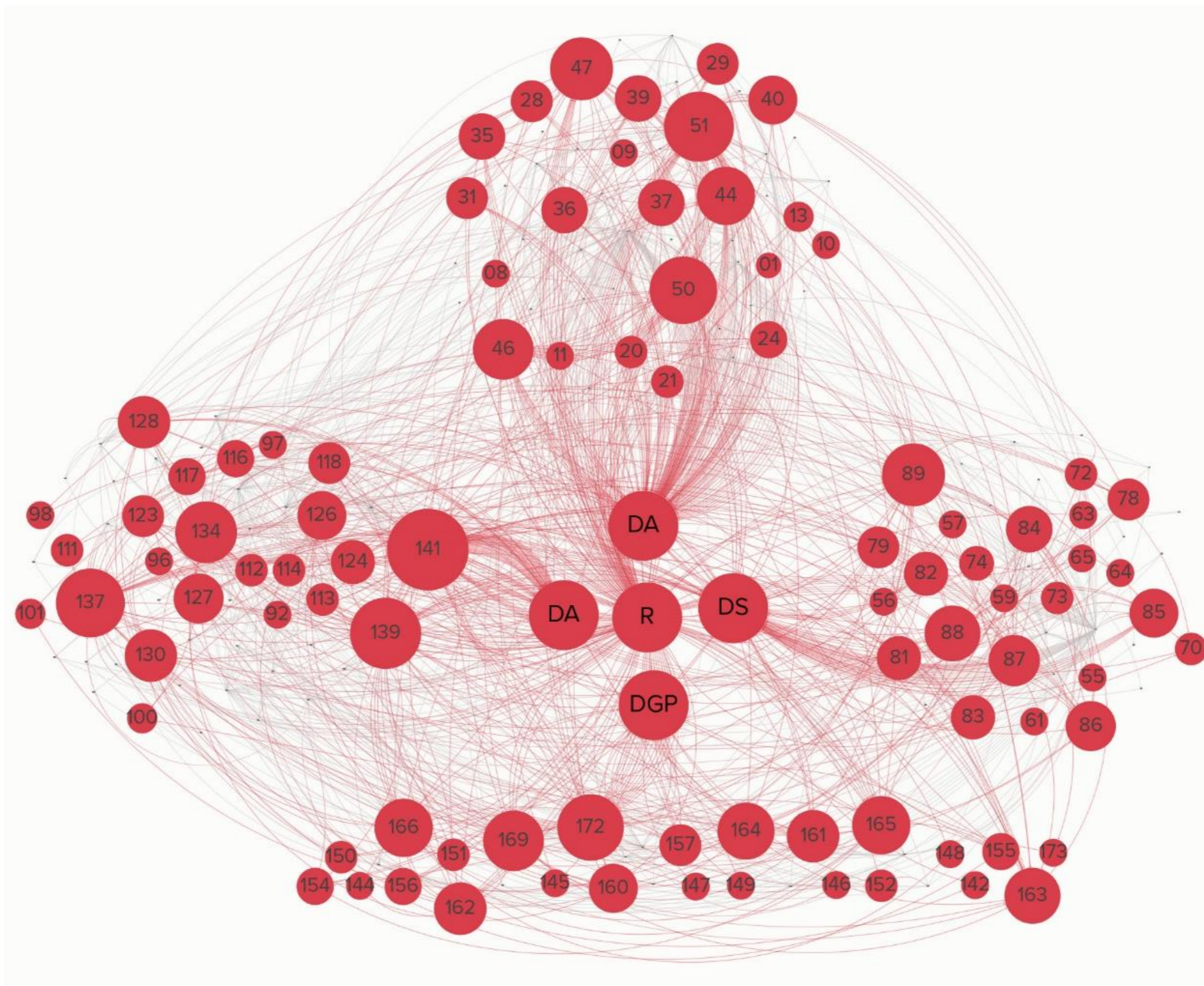


Figura 22: Diagrama do subsistema de mobilidade urbana (MOB) – elementos destacados em azul e ao fundo, em pontinhos menores, os elementos não pertencentes diretamente ao subsistema



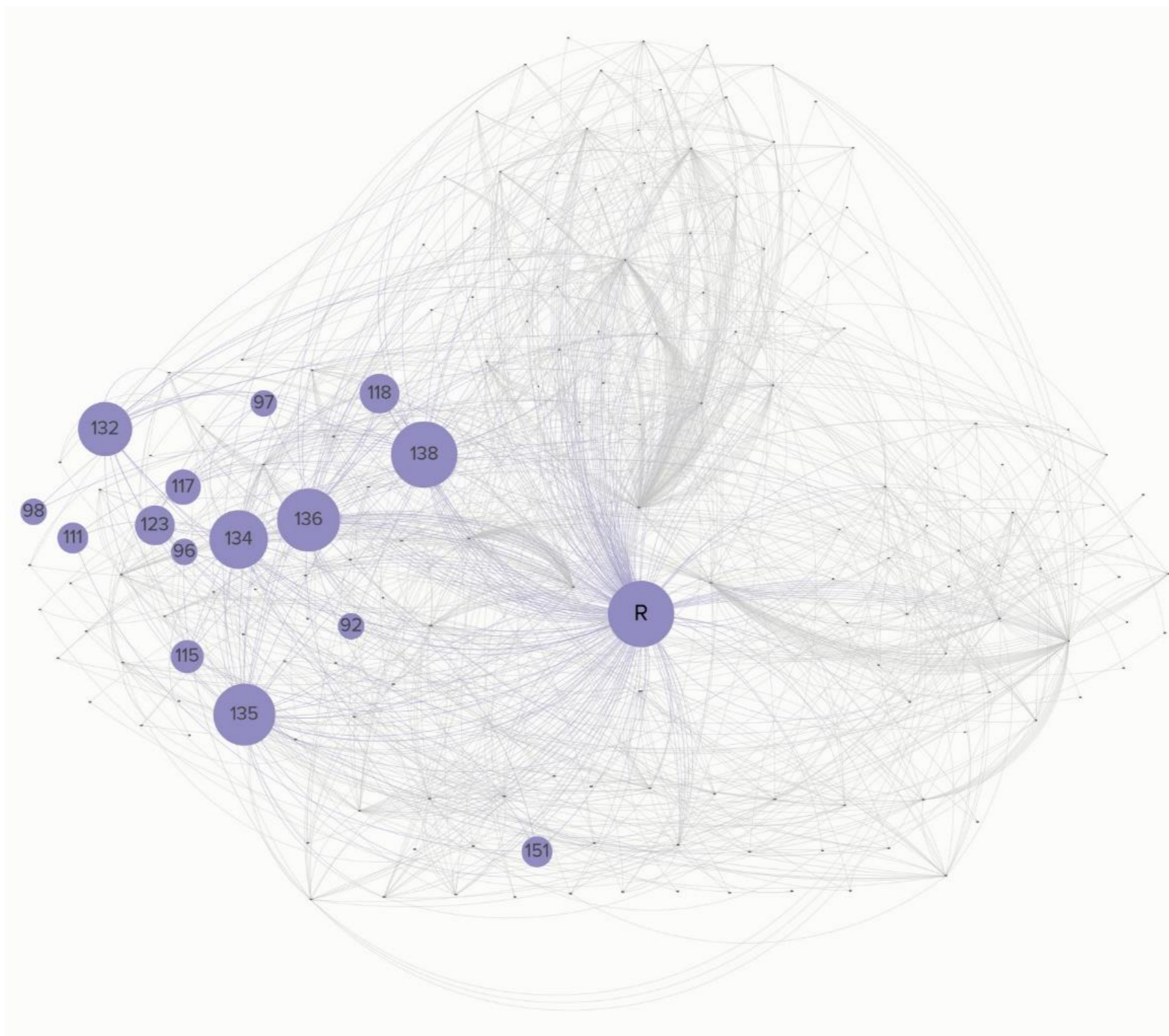
Fonte: Elaboração própria (2021).

Figura 23: Diagrama do subsistema de estrutura espacial urbana (EEU) – elementos destacados em vermelho e ao fundo, em pontinhos menores, os elementos não pertencentes diretamente ao subsistema



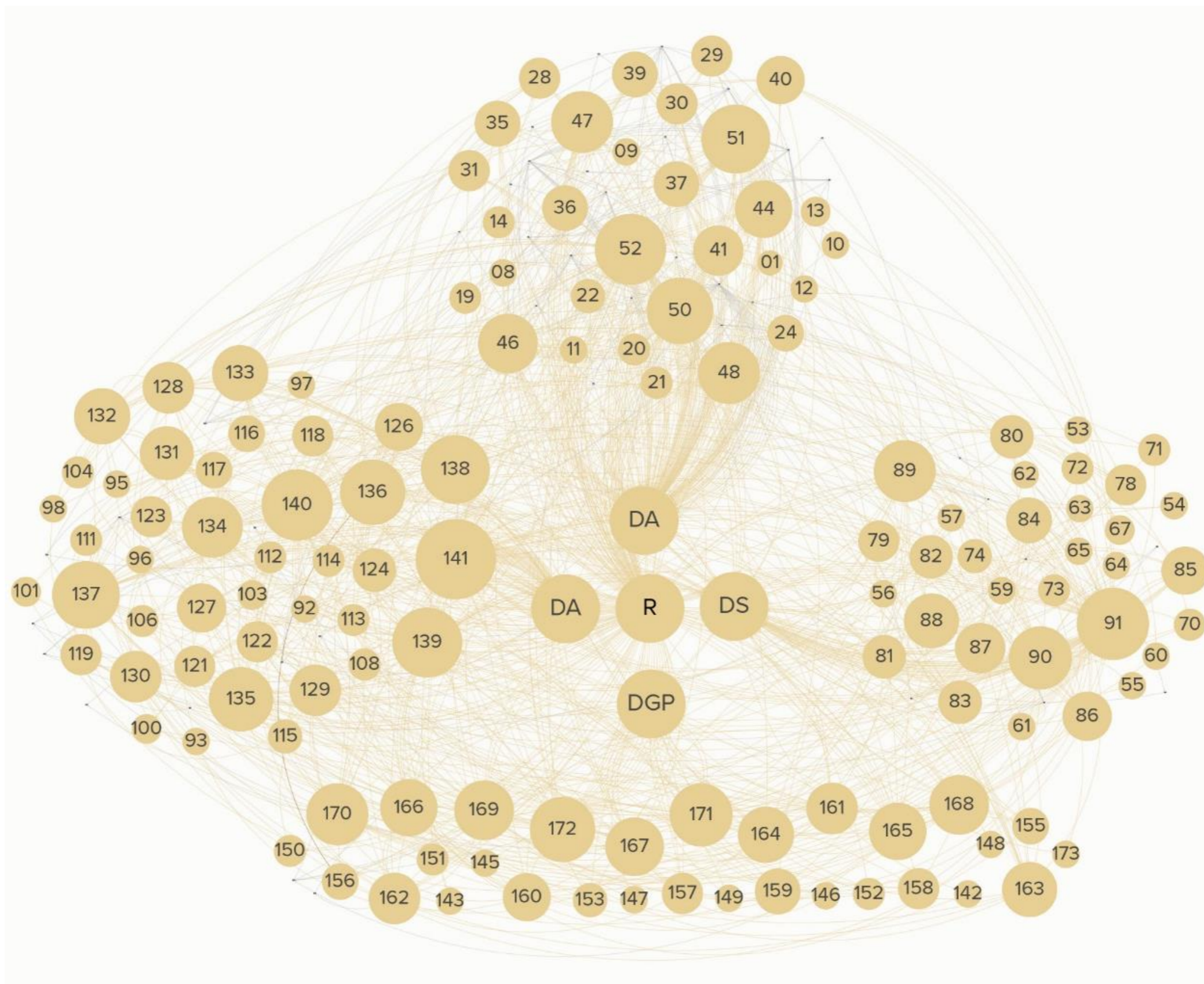
Fonte: Elaboração própria (2021).

Figura 24: Diagrama do subsistema anéis viários (AV) – elementos destacados em roxo e ao fundo, em pontinhos menores, os elementos não pertencentes diretamente ao subsistema



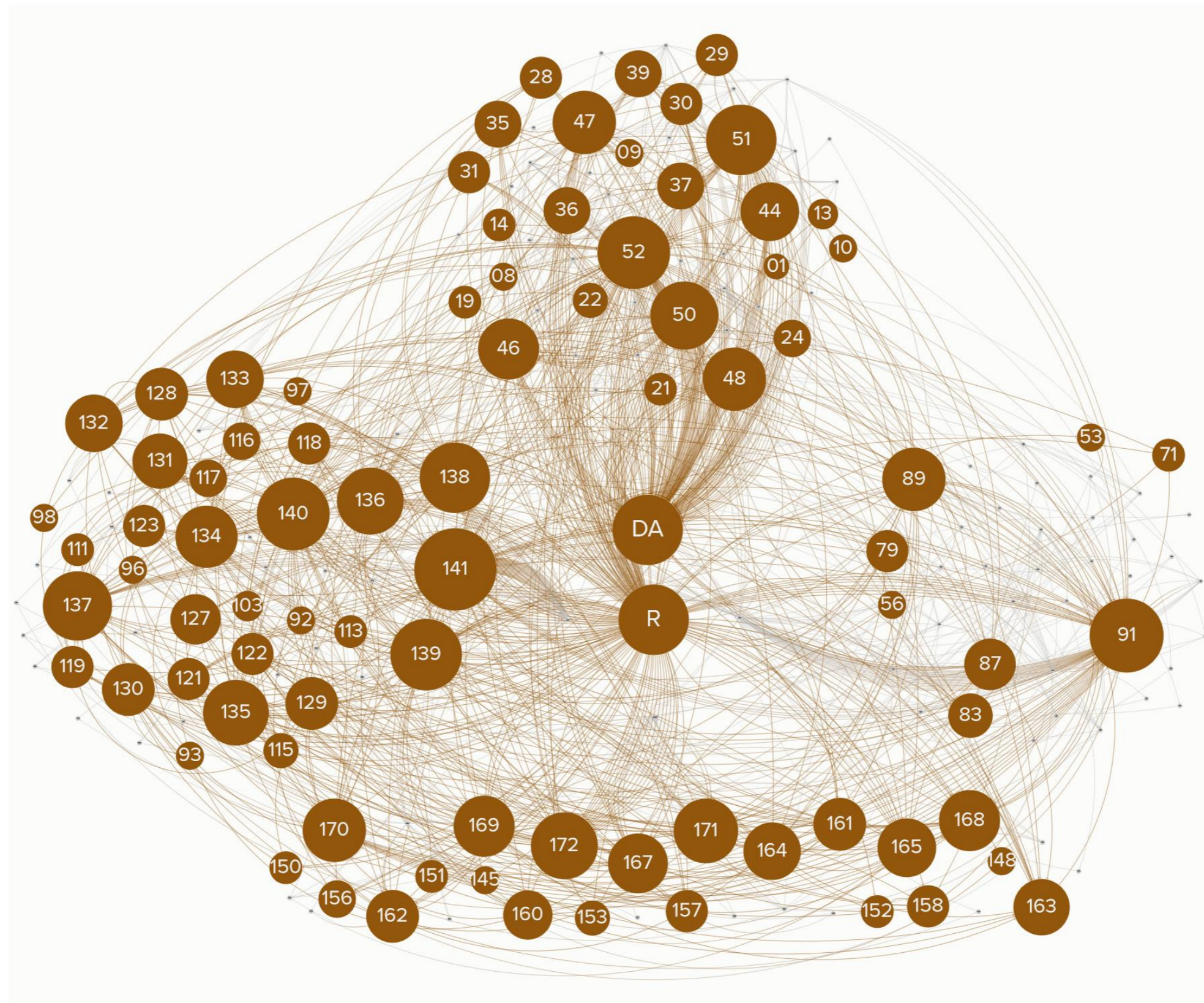
Fonte: Elaboração própria (2021).

Figura 25: Diagrama do subsistema proveniente da união dos subsistemas de mobilidade e de estrutura espacial urbana (MOB U EEU) – elementos destacados em marrom claro e ao fundo, em pontinhos menores, os elementos não pertencentes diretamente ao subsistema



Fonte: Elaboração própria (2021).

Figura 26: Diagrama do subsistema intersecção entre o subsistema AV com o subsistema união (MOB U EEU) – elementos destacados em marrom escuro e ao fundo, em pontinhos menores, os elementos não pertencentes diretamente ao subsistema



Fonte: Elaboração própria (2021).

Quadro 6 - Legenda dos diagramas - Número e elemento correspondente

1	Regiões de amplitudes térmicas e climas extremos	59	Integração cultural	117	Transporte ferroviário de cargas
2	Aquecimento global	60	Mídias sociais e cultura	118	Interesse econômico
3	Acordo de Paris	61	Portadores e usuários de veículos individuais	119	Obras de manutenção rodoviária/ melhorias
4	Biosfera	62	Racismo e preconceito	120	Perdas materiais
5	Diversificação genética de seres macro e microscópicos	63	Relações sociais	121	Pedagiamento
6	Estações do ano	64	Residentes próximos à pedágios	122	Quantidade e uso de veículos individuais
7	Indicadores ambientais	65	Sedentarismo/ hábitos alimentares	123	Transporte rodoviário de cargas
8	Medidas de controle ambiental/ legislação ambiental	66	Sobreviventes de acidentes, familiares de vítimas, vítimas reincidentes, equipes de resgate e de saúde, mídia e sociedade	124	Atividades de subsistência familiar
9	Regiões próximas a corpos d'água	67	Doenças, endemias e pandemias	125	Trabalhadores de obras rodoviárias
10	Regiões tropicais (chuvas intensas)	68	Estresse e traumas	126	Infraestruturas (água, esgoto, gás, telefonia, drenagem, etc.)
11	Túneis de atravessamento	69	Fome e miséria	127	Valor do solo e da propriedade
12	Ventilação	70	Classes sociais	128	Atividades econômicas locais (comércio, serviços e indústria)/ localização dessas atividades no contexto local
13	Regiões costeiras	71	Custos sociais subjetivos (sofrimento/ luto/ perda da qualidade de vida)	129	Competitividade, desenvolvimento e relações econômicas locais e regionais
14	Acidentes com cargas perigosas/químicas que contaminam o meio ambiente	72	Integração Social/isolamento social	130	Setor industrial/ indústria 4.0/ simbiose industrial
15	Contaminação da água/turbidez	73	Marginalização/ criminalidade e prostituição	131	Estado de conservação rodoviária
16	Geração de resíduos	74	Expectativa de vida/ envelhecimento da população	132	Construção de desvios
17	Insetos/ plantipolinização	75	Habilidades cognitivas/ atenção/ controle psíquico	133	Concessão/ privatização
18	Lixiviação	76	Segurança/insegurança alimentar	134	Fluxos logísticos/ logística/ fluxo de cargas
19	Poliuição viária	77	Uso de drogas, álcool e anfetaminas	135	Operação (fase)
20	Precipitação e regime pluvial	78	Internet	136	Implantação/ duplicação
21	Regime/ curso fluvial	79	Renda, gênero, faixa etária (população a que se dirigem os impactos da interação)	137	Trabalho e renda
22	Infiltração de água/ umidade	80	Campanhas de conscientização/ educação	138	Construção
23	Recursos naturais/ consumo de recursos não-renováveis	81	Êxodo rural e migrações	139	Acessibilidade/ inaccessibilidade
24	Regiões rurais	82	Pessoas/ usuários/ percepção dos usuários	140	Tecnologia de materiais e processos
25	Ecossistema local	83	Participação popular/ direitos da população/ democratização	141	Custos (investimentos ou prejuízos)
26	Reciclagem	84	Conflitos de interesses (sociais, econômicos e/ou políticos)	142	Assentamentos precários
27	Rompimento de adutoras	85	População lideira e do entorno	143	Clima urbano
28	Águas profundas (contaminação/ rebaixamento de lençol freático)	86	Desigualdade social/ acesso à oportunidades	144	Conurbação
29	Corpos d'água	87	Paisagem e patrimônio naturais	145	Iluminação viária
30	Contaminação do solo	88	Qualidade de vida e bem estar	146	Interoperabilidade (políticas públicas integradas)
31	Escoamento de águas superficiais	89	Fluxos/ deslocamentos gerais	147	Leis
32	Ecossistema aquático	90	Saúde Humana	148	Localização da rodovia
33	Extinção de espécies	91	Mortes e acidentes (pessoas)	149	Regiões com maior fluxo logístico
34	Vales e áreas de deslizamentos	92	Complexidade e dimensão do projeto rodoviário	150	Cidades pequenas
35	Drenagem	93	Comodities	151	Malha rodoviária
36	Desmatamento e clareiras	94	Endividamento	152	Mobilidade Urbana
37	Efeito de borda	95	Eficiência energética	153	Velocidade
38	Incêndios	96	Entrega de mercadorias e insumos	154	Atividades gerais (comércio, serviços, indústria, lazer, educação etc.) / localização de atividades no contexto geral do território
39	Relevo/ cortes no relevo	97	Fluxos logísticos especiais/ cadeia de fluxos fechados	155	Habitacões
40	Cheias, inundações ou enchentes	98	Transporte de cargas perigosas/ químicas	156	Sistemas de transporte
41	Mudanças climáticas/ clima/ microclima	99	Valor da hora de trabalho	157	Desapropriações
42	Fauna/comportamento da fauna/ cadeia alimentar/intercâmbios ecológicos	100	Concentração de renda	158	Modais
43	Afugentamento da fauna	101	Especulação imobiliária	159	Segurança (política pública)
44	Flora/cobertura vegetal/ árvores	102	Seguridade social	160	Integração espacial/ territorial
45	Desconectividade de Habitats	103	Veículos de construção	161	Decisões políticas/ contexto político
46	Processos erosivos/ assoreamento	104	Consumo de energia ou combustível	162	Desenvolvimento territorial (regular/irregular)
47	Áreas verdes/ambientais frágeis, de preservação ou conservação	105	Economia circular	163	Efeito Barreira (território)
48	Ruídos/ poluição sonora	106	Empreendedorismo	164	Segregação espacial/ territorial
49	Morte e atropelamento da fauna	107	Limpeza do terreno/ preparação do solo (revolvimento do solo e vegetação nativa)	165	Desenvolvimento lideira e do entorno/ periférico
50	Solo/ morfologia do solo/ geologia	108	Manutenção de veículos em geral	166	Uso e Ocupação do solo
51	Meio ambiente natural geral (físico e biótico)	109	Motoristas e caminhoneiros que trafega à noite	167	Sustentabilidade
52	Emissão de gases/partículas poluentes/metals pesados/poliuição do ar/pegada de carbono	110	Produtividade	168	Congestionamentos/ conflitos de tráfego/ tráfego
53	COVID-19	111	Produção agrícola	169	Transformações urbanas, do espaço/ território
54	Colisões	112	PIB	170	Segurança viária
55	Demografia	113	Projeto de engenharia	171	Comportamento, tempo e número de viagens
56	Fluxos Viciniais	114	Turismo	172	Pavimentação
57	Gentrificação/ migração de pessoas	115	Planejamento (fase)	173	População suburbana
58	Grupos vulneráveis/ quilombolas	116	Cadeia, fluxos e comportamentos de consumo	174	Homens com baixa escolaridade, faixa etária específica, caminhoneiros

Fonte: Elaboração própria (2021)

### 3.3. ANÁLISES PARCIAIS DE RESULTADOS (3ª fase)

A partir dos diagramas confeccionados na fase anterior, procedem-se as análises qualitativas e quantitativas a respeito dos elementos constituintes no Subsistema final identificado. Para uma melhor compreensão, optou-se por subdividir o item de acordo com as duas linhas de pensamento. Na primeira (quantitativa), se apresentam as tabelas com rankings de dimensões e elementos mais relacionados, atentando para o formato e referências de classificação dos mesmos dentro do conjunto sistêmico. Na segunda (qualitativa) busca-se analisar descritivamente questões associadas a esses rankings, considerando que suas dimensões revelam características do comportamento sistêmico e das variáveis de análise. Seguem-se:

#### 3.3.1. Análises Quantitativas

##### 1) *Estatísticas gerais*

O diagrama acima entregou, portanto, o conjunto de elementos pertencentes ao sistema procurado no início da pesquisa. Analisando cada um deles e a quantidade de relações, pode-se inferir sobre a hierarquia de impactos em cada um desses elementos - como já explorado ao longo do texto, seguindo o conceito de sistemas e subsistemas de Bertalanffy (1975), afinal, quanto maior o número de interações de um determinado elemento, mais vezes ele apareceu citado nas pesquisas da RSL dentro do “fluxo causal” de relações. Para elucidar esse achado, coloca-se na tabela 2 breve levantamento quantitativo. Análise mais detalhada será feita à luz do estudo de caso.

**Tabela 2** - Ranking das dimensões com mais elementos envolvidos na classificação – sugestão de hierarquia de relações/ impactos.

Posição	Dimensão	Nº elementos
1º	Econômica	31
2º	Ambiental	26
3º	Governança e planejamento	21
4º	Social	8
Elemento Rodovia – sem classificação		1
Total de elementos		87

Fonte: Elaboração própria (2021).

O quadro acima denota a hierarquia das dimensões analisadas, considerando o número de elementos encontrados em cada uma. Isso, a priori, traz um significado parcial a respeito dos impactos. Entendendo cada elemento como agente impactante ou impactado dentro das sucessivas relações e fluxos causais, percebe-se que há uma maior probabilidade dos impactos de anéis viários na mobilidade e na estrutura espacial se relacionarem em maior número com a economia, depois com a questão ambiental, da governança e planejamento e, por último, social.

Apesar da subjetividade na classificação dos elementos em cada uma das dimensões, houve um esforço de tentar relacioná-los, ao máximo, com a dimensão que mais traduzisse seu universo, com amparo nas decisões e referências citadas a seguir.

## *2) Classificando elementos:*

A lista inicial de elementos a serem classificados, elencada no quadro 6, possuía diversos nomes que poderiam se classificar em mais de uma dimensão ao mesmo tempo. Houve assim uma complexidade e uma subjetividade no processo de categorização desses elementos, mesmo que isso tenha sido feito com respaldo teórico-conceitual de autores relevantes (utilizou-se ONU, Litman, Sachs, Messias – citados neste capítulo). A categorização final foi descrita no apêndice 5, com algumas informações complementares úteis à análise quali-quantitativa posterior.

Um exemplo emblemático de complexidade e subjetividade na categorização foi o elemento ‘sustentabilidade’. Segundo Litman (2021), ela só poderia se denominar a partir da intersecção de suas três dimensões basilares descritas pela ONU – dimensão ambiental, social e econômica. De fato, hoje este elemento é relacionado em níveis similares com as três dimensões, abandonando sua ligação unilateral clássica apenas com o contexto ecológico, que já se encontra ultrapassado (MESSIAS, 2017; SACHS, 1993;). Por esse motivo, resolveu-se classificá-lo no grupo “governança e planejamento”, entendendo que os elementos com mais de duas classificações deveriam ser colocados a cargo da gestão integrada.

Quanto aos outros elementos (que tendem para uma ou duas classificações), preferiu-se uma classificação objetiva, desconsiderando possíveis subjetividades e problematizações. Utilizou-se como diretriz de classificação referências combinadas, como o relatório Relatório Brundtland ou “Nosso futuro comum” (ONU, 1987), que



oficializou a denominação “desenvolvimento sustentável” e seus três pilares (AES); o material de Litman (2021), que já especifica algumas metas do desenvolvimento sustentável sob o olhar dos transportes e do urbanismo; denominações publicadas on-line pelo laboratório de sustentabilidade da USP (USP, 2021), o artigo de Maia e Pires (2011), que faz uma análise sistêmica dos componentes da sustentabilidade pela ótica organizacional e o livro de Ignacy Sachs (1993), que define 8 dimensões da sustentabilidade.

Considerando o exposto, procedeu-se seguinte método de classificação com os elementos do subsistema final “AV  $\cap$  (MOB U EEU)” identificado:

•Elementos de natureza econômica: elementos quantitativos e que se relacionam com produção, riqueza, cargas, atividades e interesses econômicos, competitividade e instrumentos para aumento ou gestão de capital. Entraram também elementos enfatizados por Litman (2021) no contexto dos transportes que, em geral, dizem respeito à construção e mecanismos de engenharia. Por último, adicionou-se elementos ligados à gestão, mas que tendem para o contexto das decisões econômicas, como pedagiamento e obras rodoviárias. São eles:

- Dimensão Econômica
- Produção agrícola
- Custos/ investimentos ou prejuízos financeiros
- Fluxos logísticos/ de cargas/ logísticas
- Fluxos logísticos especiais
- Trabalho e renda
- Concessão/ privatização
- Atividades econômicas
- Setor industrial/ indústria 4.0
- Competitividade local e regional
- Pedagiamento
- Transporte rodoviário
- Transporte ferroviário de cargas
- Interesse econômico
- Valor do solo e da propriedade
- Cadeia, fluxos e comportamento de consumo
- Commodities
- Transporte de cargas perigosas/ químicas
- Tecnologias de materiais e processos na construção

- Acessibilidade/ inaccessibilidade
- Construção de desvios
- Estado de conservação rodoviária
- Obras de manutenção e melhorias rodoviárias
- Quantidade e uso de veículos individuais
- Veículos de construção civil
- Projeto de engenharia rodoviário
- Complexidade e dimensões de projetos rodoviários
- Implantação/ duplicação
- Planejamento (fase)
- Construção (fase)
- Operação (fase)

• Elementos de natureza social: buscou-se classificar assim todos os elementos qualitativos relacionados com a existência, senso de pertencimento, participação social, bem-estar, saúde e qualidade de vida humana. São eles:

- Mortes e acidentes de pessoas
- Fluxos e deslocamentos gerais (escolhas objetivas – trabalho; e subjetivas – atividades de lazer)
- Patrimônio e paisagem
- Renda, gênero e idade
- Participação popular, direitos da população, democratização
- Custos sociais subjetivos (sofrimento, luto, perda da qualidade de vida)
- Fluxos vicinais
- COVID-19

• Elementos de natureza ambiental: foram classificados assim todos os elementos relacionados diretamente à ecologia e influência nos meios ambientes físico e biótico:

- Dimensão Ambiental
- Emissão de gases poluentes, qualidade do ar, pegada de carbono
- Meio ambiente físico e biótico
- Áreas verdes ambientalmente frágeis, de conservação, proteção ou preservação
- Solo/ morfologia do solo/ geologia
- Relevo
- Processos erosivos/ assoreamento

- Flora/ cobertura vegetal/ árvores
- Drenagem natural
- Efeito de borda
- Desmatamento e clareiras
- Águas profundas/ lençol freáticos
- Escoamento de águas superficiais
- Corpos d'água
- Contaminação do solo
- Regime e curso fluvial
- Infiltração de água/ umidade
- Medidas e legislações de controle ambiental

Adicionaram-se a esta última dimensão os elementos representativos de regiões com características ambientais particulares:

- Regiões de climas extremos/ amplitudes térmicas
- Regiões tropicais/ chuvas intensas
- Regiões costeiras
- Regiões próximas a corpos d'água
- Regiões rurais

Acrescentou-se, por último, elementos representantes de impactos relevantes à fauna e flora, considerando o contexto de estradas/ anéis viários:

- Poluição sonora/ ruídos
- Poluição viária
- Acidentes com cargas perigosas/ químicas (poluentes)

Os elementos restantes possuíam relação com a gestão governamental, com os transportes ou com o espaço/território. Foi a partir de então que os conceitos preliminares de Litman (2021) ganharam mais peso. O autor discorre sobre a complexidade de classificar metas de desenvolvimento sustentável, já que muitas se sobrepõem no esquema tripartite das dimensões (ASE). Para equalizar essa dificuldade, ele admite, num primeiro momento de suas análises, a existência de uma quarta dimensão, que englobaria todas as três, e diz respeito, genericamente, a governança, planejamento e eficiência de custos (como exposto no quadro 5 – já citado anteriormente: adaptação/tradução de Litman, 2021).

Optou-se, assim, por classificar os elementos relacionados à gestão e ao espaço/território a governança e planejamento denominada por Litman (2008) -

anexo 1. Os elementos relacionados ao transporte ora tangenciam a temática da gestão, ora dos custos eficientes, principalmente levando em conta os elementos que se relacionam com a construção/ intervenção física de rodovias em si. Por sua íntima relação com custos e eficiência, posteriormente Litman (2008) acaba subdividindo sua análise (focada nos transportes), no tripé básico da ONU (ASE). Ao contrário, decidiu-se, neste trabalho, manter a divisão inicial das dimensões, que inclui a dimensão governança e planejamento, por entender que se adequa melhor aos propósitos desse trabalho.

Apesar de existir um consenso entre escritores de conservar apenas as dimensões ASE quando se fala em desenvolvimento sustentável, alguns avanços já foram feitos. Há autores que entendem que apenas esse tripé “não reflete as complexas relações e demandas da sociedade” (MESSIAS, 2017, p.170) e estudam dimensões próprias e fundamentais de seus nichos de pesquisa. Sachs (1993) desde o princípio já vinha imaginado essa expansão de entendimento quando definiu 8 dimensões, entre elas a territorial e as políticas, que nesta pesquisa ficam incluídas como governança/planejamento e auxiliaram nas classificações.

Classificaram-se como dimensão governança e planejamento: elementos com mais de duas classificações; elementos que refletem características do transporte onde a gestão pública possui autonomia de atuação (não somente determinada por questões técnicas de engenharia); elementos relacionados ao espaço/território. São eles:

- Pavimentação
- Comportamento, tempo e número de viagens
- Segurança viária
- Congestionamentos/ tráfego/ conflito de tráfego
- Transformações urbanas do espaço/ território
- Desenvolvimento lindeiro/ do entorno de rodovias/ periférico
- Decisões políticas/ contexto político
- Efeito barreira
- Segregação espacial/ territorial
- Integração espacial/ territorial
- Desapropriações
- Desenvolvimento territorial regular/ irregular
- Cidades pequenas
- Iluminação viária
- Localização rodoviária

- Malha rodoviária
- Velocidade rodoviária
- Mobilidade urbana
- Sistemas de transporte
- Modais

**Tabela 3** - Ranking de elementos segundo suas quantidades de interações – sugestão de hierarquia de relações/ impactos.

<b>N°</b>	<b>Nome do elemento</b>	<b>N° int.</b>
1°	Rodovias	117
2°	Dimensão ambiental	93
3°	Emissão de gases poluentes/ qualidade do ar/ pegada de carbono	52
4°	Custos (investimentos ou prejuízos)	48
5°	Dimensão econômica	46
6°	Mortes e acidentes de pessoas	36
	Meio ambiente geral (físico/biótico)	
7°	Tecnologia de materiais e processos	35
8°	Pavimentação	28
	Acessibilidade/ inacessibilidade	
	Construção (fase)	
9°	Implantação/ duplicação	25
	Áreas ambientais frágeis, de conservação, preservação/proteção	
	Solo/ morfologia do solo/ geologia	
10°	Operação (fase)	22
	Fluxos logísticos/ de cargas/ logística	
11°	Ruídos/ poluição sonora	21
12°	Processos erosivos/ assoreamento	20
13°	Fluxos e deslocamentos gerais	19
	Trabalho e renda	
	Flora/ cobertura vegetal/ árvores	
14°	Comportamento, tempo e número de viagens	18
	Segurança viária	
15°	Concessão/ privatização	17
16°	Congestionamentos/ tráfego/ conflitos de tráfego	16
	Construção de desvios	
17°	Transformações urbanas do espaço e do território	15
18°	Sustentabilidade	14
19°	Desenvolvimento lindeiro/ do entorno/ periférico	12
	Decisões políticas/ contexto político	
	Efeito barreira	
20°	Patrimônio e paisagem (histórico/ naturais)	11
21°	Estado de conservação rodoviária	10
	Atividades econômicas locais/ regionais e suas localizações (comércio/ serviços/ indústria)	
	Setor industrial	
	Drenagem natural	
22°	Segregação espacial/ territorial	9
	Competitividade local e regional	
	Efeito de borda	
	Desmatamento e clareiras	
23°	Integração espacial/ territorial	8
	Pedagiamento	
	Obras de manutenção/ melhorias	
	Transporte rodoviário de cargas	

	Interesse econômico	
	Relevo	
	Águas profundas/ lençol freático	
	Escoamento de água superficiais	
24°	Valor do solo e da propriedade	7
	Corpos d'água	
	Contaminação do solo	
25°	Modais	6
	Desapropriações	
	Desenvolvimento territorial regular/irregular	
	Sistemas de transporte	
	Renda/ gênero/ idade	
	Quantidade e uso de veículos individuais	
	Transporte ferroviário de cargas	
26°	Regiões rurais	5
27°	Malha rodoviária	4
	Cidades pequenas	
	Planejamento (fase)	
	Projeto de engenharia	
	Produção agrícola	
	Cadeia, fluxos e comportamento de consumo	
	Acidentes com cargas perigosas/ químicas	
	Poluição viária	
	Regime/ curso fluvial	
	Infiltração de água/ umidade	
28°	Mobilidade urbana	3
	Velocidade da rodovia	
	Participação popular/direitos da população/democratização	
	Custos sociais subjetivos	
	Veículos de construção	
29°	Fluxos vicinais	2
	Commodities	
	Complexidade e dimensão do projeto rodoviário	
	Transporte de cargas perigosas/ químicas	
	Fluxos logísticos especiais	
	Regiões próximas à corpos d'água	
	Regiões costeiras	
	Medidas de controle ambiental/ legislações ambientais	
30°	Localização da rodovia	1
	Iluminação viária	
	COVID-19	
	Regiões de climas extremos/ amplitudes térmicas	
	Regiões tropicais	

Fonte: Elaboração própria (2021)

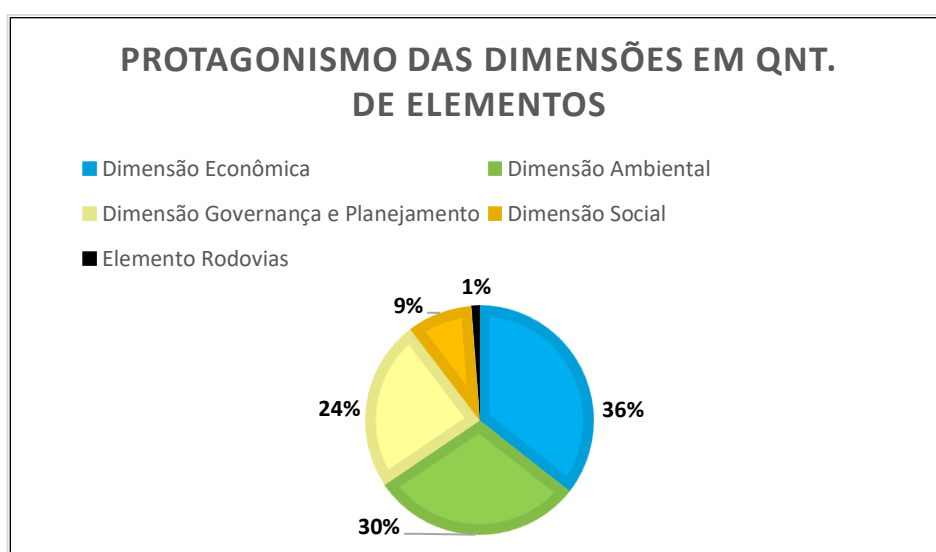
Legenda:	
● Elemento descartado	● Elementos dimensão social
● Elementos dimensão econômica	● Elementos dimensão governança e planejamento
● Elementos dimensão ambiental	

### 3.3.1. Análises Qualitativas

A tabela 3 mostra como a DE parece se destacar, indicando seu protagonismo na quantidade de elementos. Em seguida, aparecem a DA, DGV e DS, nesta ordem (porcentagens representadas pela figura 27). Há um decréscimo mais notável em relação à DS, em comparação com as outras, denotando que, segundo a RSL, poucos elementos tiveram relação com essa dimensão. A partir disso, pode-se inferir três realidades:

- A amostra da RSL não reflete a realidade das relações ou não refletiu as relações encontradas/mapeadas no contexto específico, podendo outra amostra apresentar outra resposta;
- A amostra da RSL reflete a realidade das relações e demonstra que realmente não há uma interação muito frequente entre anéis viários e a dimensão social;
- A amostra da RSL reflete a realidade do estado da arte desse tipo de relação, demonstrando que ainda existem poucos estudos sobre o tema, predominando os estudos que o relacionam com outras dimensões.

Figura 27: Porcentagem de elementos por dimensão.



Fonte: Elaboração própria (2021).

O protagonismo da DE confirma o pensamento de Maia e Pires (2011), quando explicam que o conceito de desenvolvimento sustentável, e posteriormente das suas três dimensões de base, surgiu justamente da necessidade do capitalismo

em continuar operando crescimento econômico, mas compatibilizando-o com os impactos ambientais e sociais que vinha gerando. Nesse sentido, a DE seria, de fato, o grupo com maior número de elementos, refletindo sua essência econômica no processo de classificação dos elementos.

A DA aparece em segundo lugar, demonstrando seu posto igualmente protagonista, relacionando-a com seus conceitos embrionários de desenvolvimento sustentável, que eram majoritariamente ligados à ecologia. A RSL parece ter indicado um panorama ainda muito forte das relações com impactos ecológicos, já que muitos elementos têm essa natureza. Os elementos da DGP também apresentam peso significativo nas relações do subsistema identificado. Considerando as referências utilizadas na classificação, a gestão, que não é uma dimensão oficial do desenvolvimento sustentável, aparece na frente da DS.

Em linhas gerais, a DE estar em protagonismo não significa necessariamente que ela é a dimensão mais impactada, mas que é a lente pela qual muitos estudos enxergam essa temática. Ou seja, não é como se a DE precisasse ser priorizada pela quantidade de impactos que produz, mas sim que ela já é priorizada, pela gestão e pelas instituições acadêmicas, já que existem poucos estudos – que até mesmo poderiam trazer respostas diferentes das esperadas – sobre a relação dos anéis viários com a dimensão social.

Os poucos estudos que retratam essa realidade têm natureza nas ciências sociais e biológicas/da saúde; o primeiro, um ramo notavelmente com menos produção acadêmica no Brasil e no mundo (FAPESP, 2010); o segundo, relaciona rodovias/anéis viários à temática social somente no tocante à quantidade de mortes/acidentes, situações de estresse pós-traumáticos ou contextos muito específicos – contextos típicos desse tipo de objeto de estudo no âmbito das ciências da saúde ou biológicas. É o caso do artigo de Xiang *et al.* (2020), pertencente à área de saúde ocupacional e engenharia ambiental, que analisa a relação das rodovias com a COVID-19 a partir da diminuição do tráfego e consequente melhora dos índices de poluição.

Em paralelo, produziu-se levantamento estatístico da RSL em relação à área de interesse dos documentos analisados. Dos 300 documentos, houve um aproveitamento de aproximadamente 50%, já que 148 deles (64 em inglês e 84 em português) apresentaram duplicidade, não se encaixavam com o tema procurado ou apresentavam erro). Dos 152 restantes, 19 não exibiam área de interesse bem



definida (14 em inglês 5 em português). Dos novos 133 que sobraram, esta foi a disposição das áreas de interesse relatados no próprio material:

- *Ciências exatas: 94 documentos*

- Engenharia Ambiental, florestal ou sanitária/ Ecologia/ Meio Ambiente – 31 documentos
- Engenharia Civil ou mecânica – 25 documentos
- Engenharia de transportes – 21 documentos
- Tecnologia – 5 documentos
- Engenharia de Agricultura – 4 documentos
- Engenharia industrial – 2 documentos
- Matemática – 2 documentos
- Engenharia militar – 1 documento
- Engenharia de automação – 1 documento
- Engenharia de petróleo – 1 documento
- Ciências espaciais – 1 documento

- *Ciências Sociais/ humanas: 69 documentos*

- Economia – 24 documentos
- Geografia/ geoinformação/ geoprocessamento – 16 documentos
- Arquitetura/ planejamento urbano/ mobilidade – 15 documentos
- Geomecânica/ Geologia/ Geotecnia – 4 documentos
- Sociologia – 4 documentos
- Meteorologia – 2 documentos
- Comunicação – 2 documentos
- Paisagismo – 1 documento
- Turismo – 1 documento

- *Ciências da gestão/ humanas: 21 documentos*

- Gestão / Administração – 16 documentos
- Políticas/ relações internacionais – 3 documentos
- Direito – 2 documentos

- *Ciências biológicas e da saúde: 17 documentos*

- Saúde/ farmácia/ psicologia/ medicina do trabalho – 9 documentos
- Biologia – 8 documentos

- *Ciências interdisciplinares: 6 documentos*

- Sustentabilidade – 6 documentos

Comparativamente, a área de interesse que se destaca é a da engenharia ambiental e similares, expressando que, de maneira geral – independente dos elementos envolvidos nas pesquisas, a maioria delas se originou de uma motivação de pesquisa ligada à dimensão ambiental. Isso pode indicar que, até mesmo em documentos de natureza ambiental, elementos de outras natureza estão envolvidos

e se destacam, resultando no protagonismo de outras dimensões – a econômica. Isso reforça a ideia do pensamento sistêmico que constitui os processos analisados nos documentos.

Outras comparações possíveis entre elementos da tabela 3 com as estatísticas da RSL: Elementos ligados à DE (um misto de natureza no transporte, nas engenharias e na economia) também se destacaram inicialmente nas estatísticas da RSL, como custos, tecnologias de materiais e processos, fases da implantação rodoviária, pavimentação, acessibilidade e fluxos logísticos. Nas áreas de interesse esses elementos são representados por áreas em destaque, como a economia e as engenharias (principalmente civil e de transportes).

Como falado anteriormente, as estatísticas da RSL batem com a hipótese de existirem poucos estudos relativos a algumas áreas e muitos em relação a outras que se ligam mais diretamente com a temática rodoviária, pela ótica da economia e das engenharias. Um exceção disso é o elemento “mortes e acidentes de pessoas”, que está entre os 10 maiores números de interação (ele sozinho interage 36 vezes diretamente com outros elementos), se classifica como dimensão social e pode ser representado pela área de interesse das ciências da saúde. Quando se trata de impactos de rodovias – de modo geral – a temática dos acidentes normalmente se destaca como impacto relevante.

Elementos como “rodovias”, “dimensão ambiental” e “dimensão econômica” naturalmente se destacam entre os 10 maiores números de interações, isso porque eles são elementos da busca na RSL. Ou seja, serão sempre o elemento de partida do fluxo causal (no caso de “rodovias”) ou de chegada (como as “dimensões”). Por isso, não surpreende seus elevados números de interações.

A emissão de gases poluentes se confirma como elemento em destaque na DA, principalmente nos documentos internacionais, onde a temática das mudanças climáticas ganha mais espaço. Diferentemente, os documentos nacionais apresentaram maior vínculo com a área dos transporte e da engenharia. Meio ambiente e áreas ambientalmente frágeis também aparecem entre as 10 primeiras posições, indicando serem pauta relevante nos documentos analisados.

Considerando a amostra realizada na RSL como objeto de análise de um todo relativo (do momento desta pesquisa), tem-se que os elementos elencados entre as primeiras posições são de “maior relevância”, sendo assim, mais pesquisados e documentados, não necessariamente mais ocorridos. Pode-se inferir sobre alguns

elementos com “menor relevância”, considerando assim os que possuem poucas relações/interações – no final da lista. Porém, a partir da ótica de uma análise sistêmica e partindo do princípio de que apenas as interações diretas foram contabilizadas, pode-se dizer que mesmo elementos em últimas posições também são relevantes, já que apareceram pelo menos uma vez na lista.

Pelo contrário, talvez esses sejam os elementos com os quais mais se deve atentar, já que existem dentro do sistema de relações mas, aparentemente, não são tão estudados. É o caso dos elementos “covid-19”, “fluxos vicinais” e “mobilidade urbana” (citando apenas três exemplos de elementos posicionados nas três últimas posições). A Covid-19 é um tema muito novo que requer mais estudos, mas já se conhece a ligação da pandemia vivida atualmente nos sistemas de transportes, no aumento do fluxo logístico e, por consequência lógica, no tráfego rodoviário – em alguma proporção.

Em relação à “mobilidade”, é possível que os estudos tenham denotado poucas vezes a existência deste elemento justamente por ele ser mais discutido segundo a abordagem estanque dos transportes, sob a perspectiva do desempenho viário da rodovia em si, sem considerar suas implicações no todo da mobilidade. Ou seja, é como se, na amostra de estudos realizada na RSL, mobilidade e anéis viários se diferenciassem, como se fossem assuntos distintos sem conexão, já que poucas vezes esses elementos apareceram associados em um universo de 300 artigos recentes.

O elemento “fluxos vicinais” também aparece com poucas interações, o que causa estranheza em um primeiro momento, afinal, que outro elemento poderia tangenciar tão intimamente a questão dos anéis viários enquanto promotores de acessibilidade local e, a partir daí, de transformação na estrutura espacial urbana? Considerando a acessibilidade, ou acesso, como um vetor de desenvolvimento (uso e ocupação), isso poderia se refletir na mudança (acréscimo ou decréscimo) de fluxos locais próximos às zonas de acesso dos anéis – particularmente quando seus traçados apresentam cruzamento em nível.

Nos documentos buscados na RSL, três apresentaram particular exibição deste elemento em suas “linhas causais” (ver apêndices 2a e 2b):

- Documento em inglês S5 (ALBARRACÍN E GORGORIÓ, 2020): elemento “rodovia” como objeto segregador e gerador de bloqueios nos fluxos vicinais.

- Documento em português E15 (NETO E NOGUEIRA, 2015): elemento “rodovia” como objeto gerador de integração e promoção da economia local no âmbito da Amazônia, devidamente consideradas as questões ambientais.
- Documento S33 em português (OLIVEIRA *et al.*, 2019): elemento “rodovia” como objeto promotor de desapropriações e desvios de fluxos viários, o que interfere nos fluxos gerais de deslocamentos e na saúde da população (acesso e localização de atividades; mortes e acidentes). Por outro lado, obras rodoviárias como promotoras de oportunidades de novos usos e ocupações e, por conseguinte, desenvolvimento econômico, segurança viária (depois de construída e regulamentada). Assim, se caracterizaria, segundo os autores, como vetor de melhoria da qualidade de vida (mais empregos e renda; menos mortes e acidentes).

É importante ressaltar que alguns documentos tratam de fluxos vicinais de maneira genérica, dentro de fluxos gerais. Este elemento aparece mais acima na quantidade de interações (19) identificada pela tabela 3, o que pode indicar uma dupla interpretação do elemento “fluxos vicinais” (elemento por si só e elemento como parte de um outro – “fluxos gerais”) a ser considerada.

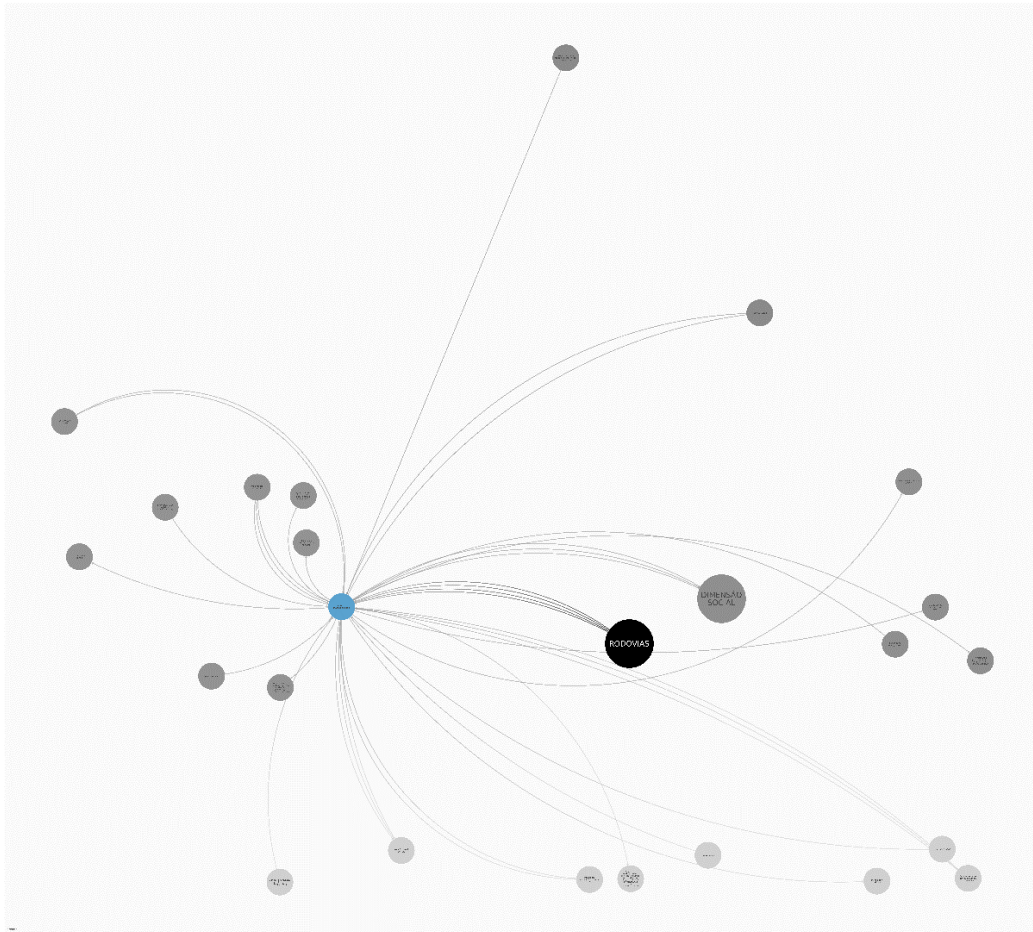
Este último artigo citado reflete a ligação íntima da acessibilidade com as oportunidades de acesso e, portanto, como a ocupação e transformação do território. Dependendo da contrapartida reguladora do espaço (P.D. e leis de uso e ocupação) isso poderia interferir nas densidades aplicadas, gerando ou agravando o espraiamento se não houver planejamento conjunto à outras partes da gestão (como os transportes públicos, para citar só uma).

O elemento “acessibilidade” aparece no subsistema em 8º lugar, com 28 interações distribuídas entre diversos elementos. Isso reforça como todos os elementos, com mais ou menos interações, possuem igual relevância, pois estão todos conectados de alguma maneira e, dentro da rede causal – e não mais da linha causal de cada documento – se relacionam com outros menos citados. Ou seja, um elemento com aparente pouca interação se liga a outros com muita interação, o que sinaliza sua relevância.

Mostra-se na figura 28 como este elemento se comporta isoladamente no sistema, com suas 28 interações diretas que, por sua vez, irão gerar outras e, posteriormente, outras, numa rede interligada de difícil definição de começo e fim. Por outro lado, na figura 29 tem-se o perfil isolado do elemento “fluxos vicinais”, com

poucas relações diretas identificadas. Porém, seguindo a abordagem sistêmica – considerando suas ligações indiretas provenientes das diretas - mesmo em menor número, basta que ele se ligue apenas uma vez a outro elemento com mais interações diretas para que ele pertença à uma cadeia mais ramificada de eventos sequenciais (com muitas interações), sinalizando sua relevância.

Figura 28: Elemento "acessibilidade" (em azul) e suas 28 interações diretas (tons de cinza).

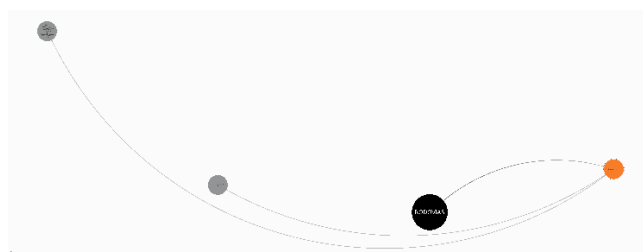


Fonte: Elaborado pela autora (2020).

São elementos ligados diretamente (apenas) à “acessibilidade/inacessibilidade” (assim classificado para melhor organização do elemento no diagrama): atividades de subsistência familiar; infraestruturas (água, esgoto, energia, telefonia etc.); implantação/ duplicação de rodovia; competitividade, desenvolvimento e relações econômicas locais e regionais; operação (fase de implantação); fluxos logísticos; trabalho e renda; construção de desvios rodoviários; áreas ambientais frágeis/ de conservação ou preservação; regiões rurais; fluxos e

deslocamentos gerais; qualidade de vida e bem-estar; êxodo rural e migrações; democratização e participação popular; congestionamentos; uso e ocupação do solo; integração ou segregação territorial; desapropriações; existência e localização de atividade gerais no território (lazer, educação, comércio, indústria e etc.); comportamento, tempo e número de viagens; segurança viária. Mobilidade urbana.

Figura 29: Elemento "fluxos vicinais" (cor laranja) e suas 3 interações diretas (tons de cinza).



Fonte: Elaboração própria (2021).

Poder-se-ia analisar exaustivamente diversos fluxos causais lineares, interligando seus elementos a outros que não necessariamente pertencem à cadeia dos fluxos presentes na pesquisa que o originou, somente através de referências externas. Destacam-se aqui apenas dois, das dimensões que mais se destacaram – econômica e ambiental - exemplificando esse processo de pensamento sistêmico.

Em relação à DE, por exemplo, o elemento “transporte de cargas perigosas” só apresentou 2 interações com os outros elementos do sistema: mortes e acidentes de pessoas e meio ambiente (LONGHITANO, 2010). Apesar do baixo número de interações, eles se ligaram a elementos com grande número de relações. Isso denota que, mesmo sendo eventuais, seu poder de impactação é relevante dentro do contexto sistêmico. Um acidente com carga química pode comprometer definitivamente um ecossistema, dependendo de sua magnitude, o que pode gerar outros impactos subsequentes que nem mesmo estão na lista dos elementos do sistema final.

Por exemplo, a contaminação de um ecossistema pode provocar mortandade de espécies usadas como fonte de renda local, o que afeta sua economia, pode provocar migração de pessoas para outras áreas de subsistência. A contaminação do solo pode afetar a produção agrícola, que influencia a economia, a saúde das pessoas e tantas outros elementos mais.

Exemplificando com a DA: o elemento “medidas de controle ambiental” apresenta apenas 2 interações, com “rodovias” e “desmatamento”, segundo o

documento da RSL que o citou (FEARNSIDE E GRAÇA; 2009). Para além disso, esses elementos poderiam se relacionar em outro contexto com legislações da esfera municipal, estadual ou federal, que, por sua vez, se relacionam com a gestão, com a participação popular, conseqüentemente com faixa etária, nível de escolaridade e renda, já que esses aspectos influenciam na participação e interesse pelos plenários e assembleias. Ou seja, sistemicamente outros elementos de mais “peso” na lista de interações e outros elementos que nem mesmo estão no sistema, poderiam estar envolvidos. Por isso o trabalho é exemplificativo e não comporta a análise exaustiva que poderia ser feita de cada elemento presente ou não no sistema.

O sistema final identificado, definido como “subsistema intersecção entre o subsistema anéis viários e a união dos subsistema mobilidade e estrutura espacial” (ou  $\{AV \cap [MOB \cup EEU]\}$ ) reflete o resultado exemplificativo do procedimento sistêmico proposto, desconsiderando requisitos pré-estabelecidos e ampliando a visão sobre o entendimento das relações. Os elementos identificados têm relevância, os que interagem mais refletem o interesse e direcionamento das pesquisas das academias; os que interagem menos participam do sistema com relevância similar, denotando necessidade de estudos mais aprofundados sobre eles.

Os elementos presentes no macrosistema geral de interações entre rodovias e as 4 dimensões estabelecidas ( $\{ROD \cup [DA \cup DS \cup DE \cup DGP]\}$ ) que não se encontram no subsistema final também têm sua relevância. Apesar de não estarem diretamente relacionados no subsistema final, elementos deste interagem com eles em algum momento, refletindo sua influência e, portanto, impactação. Ou seja, nenhum elemento se perde na análise, nem mesmo os que não aparecerem nela, dada a amostra da RSL exemplificativa temporal e não taxativa definitiva.

O elemento “expectativa de vida/ envelhecimento da população”, por exemplo, não constou no diagrama do subsistema final, mas segundo os documentos da RSL que o identificaram (BAKER *et al.*, 2020; XU *et al.*, 2018), ele se relaciona linearmente com sedentarismo, residências em áreas periféricas, saúde e trabalho e renda. Fora este último elemento, presente no subsistema final – e portanto relacionado indiretamente - em outra linha de causalidade, sedentarismo se relaciona com quantidade e uso de veículos individuais; residências periféricas se

ligam a rodovias; saúde se relaciona à emissão de gases poluentes. Ou seja, mais um exemplo de elementos que se relacionam indiretamente de forma sistêmica.

Agora importa saber, dentro da amostra considerada de elementos, quais deles se encaixam dentro do estudo de caso e como ocorre essa análise. É o que o próximo item irá explorar a partir do exemplo da Região Metropolitana de Goiânia, considerando um trecho específico de um anel viário proposto para a região e as dimensões de classificação escolhidas.



#### **4. O PROCEDIMENTO À LUZ DO ESTUDO DE CASO – (4ª e 5ª fases do procedimento aplicado à RMG)**

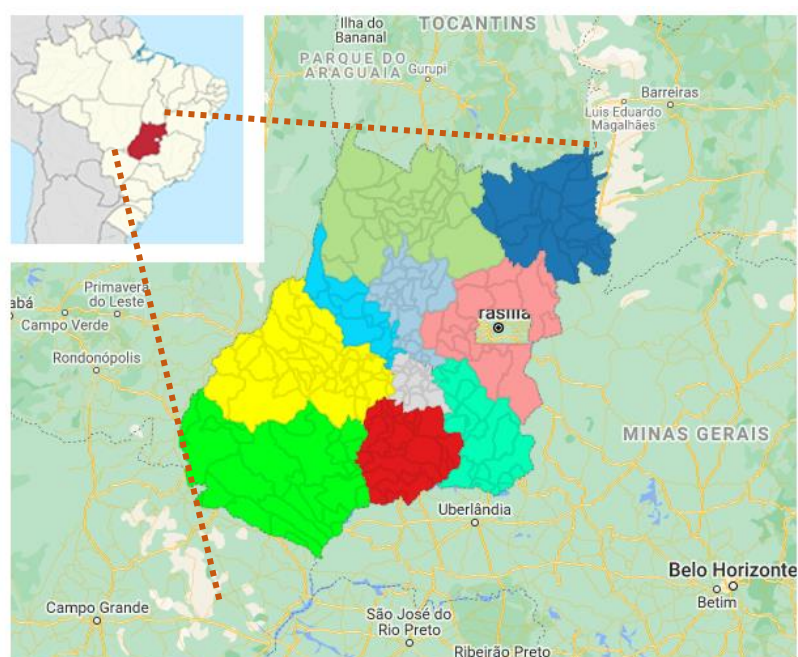
O recorte escolhido para aplicação do procedimento é a Região Metropolitana de Goiânia (RMG), cuja cidade polo, Goiânia, é capital do Estado de Goiás, localizado no Centro-Oeste brasileiro. Instituída pela Lei Complementar Estadual (LCE) nº 27 de 1999 e alterada pela LCE 149 de 2019, a RMG conta com 21 municípios e população total estimada em 2.600.000 pessoas (IBGE, 2020). Conforme o IPEA (2015), há uma forte conurbação entre alguns de seus municípios integrantes e uma vinculação econômica expressiva em relação à Capital, que concentra o maior PIB e a maior quantidade de empregos da região. Nesse sentido, Kneib e Neto (2018) alertam para o notável movimento pendular de mais de 170.000 pessoas das cidades da RM em relação para a cidade polo, problematizando a questão da mobilidade metropolitana.

A cidade polo da metrópole, Goiânia, tem em sua origem pontos notáveis a serem destacados, por se tratar de uma cidade relativamente nova (87 anos) e projetada, em teoria. Apesar de, inicialmente, ter sido planejada pelo arquiteto Attilio Corrêa Lima, possui um tecido urbano retalhado, em função da sobreposição de planos aplicados ao longo dos seus poucos anos de história (BRITO, 2015). Ainda segundo Brito (2015), essa sobreposição é resultado direto do partido estruturador do espaço, que preconizou a formatação da cidade em função de caminhos, rodoviários ou não, provedores de acessibilidade.

Em relação a forma urbana, a capital goiana apresenta, hoje, uma configuração dispersa, muito em função da degradação das áreas centrais e posterior migração dos habitantes para áreas periféricas, consubstanciada na acessibilidade conferida pela implementação de vias regionais e expressas (BRITO, 2015). A RMG também se desenvolveu segundo esse tipo de estruturação espacial e, impulsionado pelo alto valor da moradia na capital – entre outros fatores - também exhibe ocupações espalhadas nas franjas das cidades, principalmente ao redor de rodovias estaduais de acesso à Goiânia (BERNARDES e JÚNIOR, 2007). Ou seja, como acontece em muitas metrópoles, ocorre um fenômeno de dispersão urbana subsidiado pela malha rodoviária circundante, que provê a acessibilidade a essas regiões.

Em relação a suas características ambientais, a RMG é marcada pela presença abundante de corpos d'água (PROFETA; FERNANDES; CARNEIRO, 2017) e, apesar do planejamento inicial ter preconizado a ocupação em espigões - evitando áreas de várzea (BRITO, 2015) - o crescimento desregrado e a sobreposição de planos diversos fez com que muitas ocupações viessem a se localizar em áreas de Vale. Estas, por ficarem à jusante no sistema de bacias hídricas, sofrem constantemente com inundações (PROFETA; FERNANDES; CARNEIRO, 2017). A figura 30 apresenta sinteticamente a região estudada, marcada em cor cinza na parte central.

Figura 30: RMG em cor cinza, ao centro da imagem colorida.



Fonte: adaptado de SIEG GO (2020).

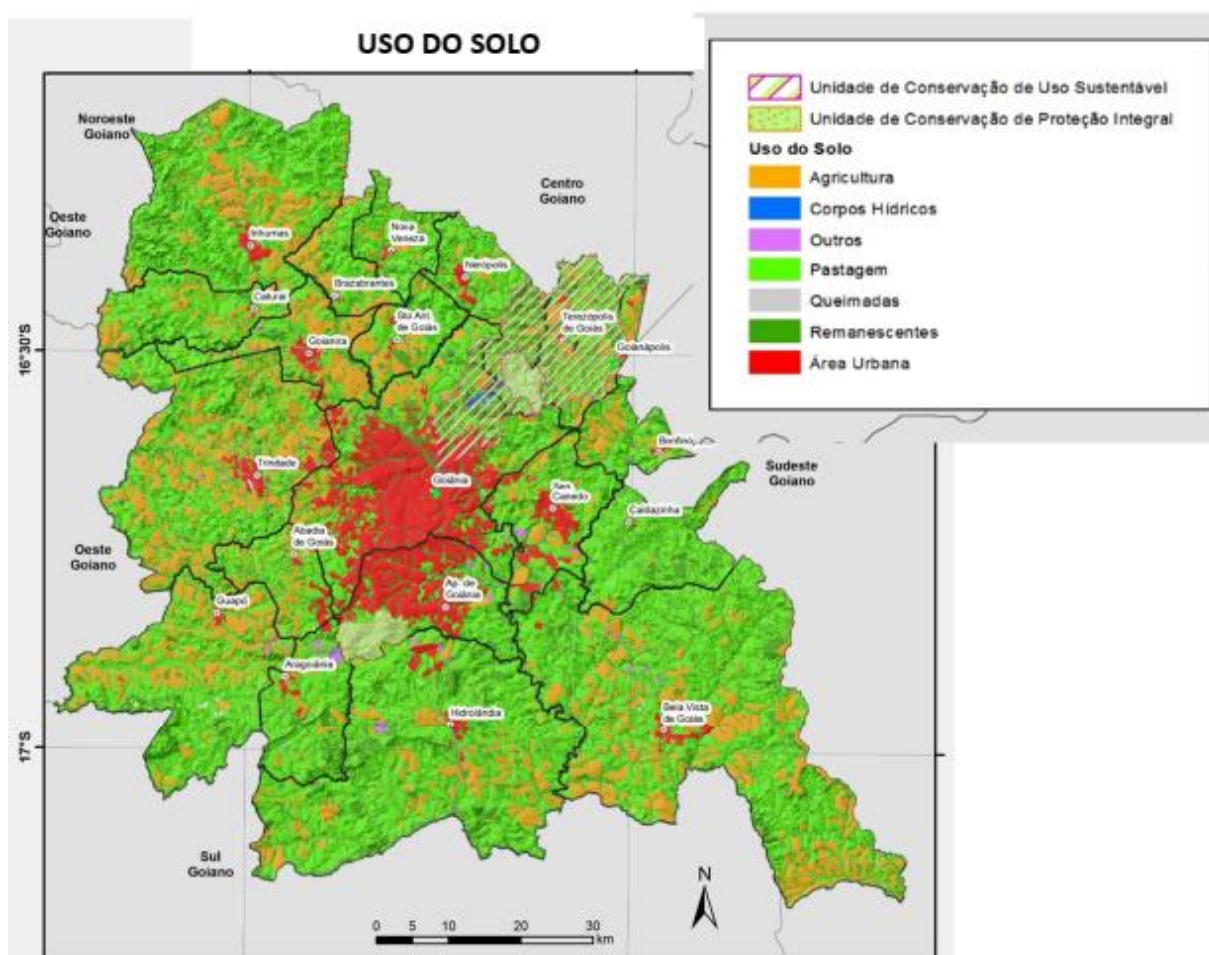
Ainda no sentido ambiental, a região apresenta predominantemente o latossolo, espécime de solo mais comum no Brasil e com características muito favoráveis à agricultura (GOIÁS, 2017). Típico de regiões mais planas, ele possui alto índice de permeabilidade e é muito suscetível a erosão. É também favorável à construção civil, já que possui boa densidade advinda de sua característica, muitas vezes, argilosa. Por suas características, a proximidade com corpos d'água confere fragilidade e necessidades especiais ao terreno.

Em relação ao uso do solo, existe uma ocupação grande e solidificada na capital e mais pontual nos outros municípios (figura 31). Algumas cidades já

conurbaram, como Goiânia e Aparecida de Goiânia; outras estão em potencial conurbação, como Goiânia com Trindade e Senador Canedo.

Na zona central metropolitana existem muitas áreas de pastagem e agricultura e próximo à capital, na região do centro do Estado, existe uma grande área de interesse ambiental, a APA João Leite, local do reservatório João Leite, que abastece a região conjuntamente a outros reservatórios. Essa área fica á montante norte da Capital e de outros municípios limítrofes e é uma das áreas de maior fragilidade ambiental da RMG.

Figura 31: Mapa com áreas urbanas centrais na RMG - contempla boa parte da Capital, Goiânia e de sua vizinha, Aparecida de Goiânia (fronteira a Sul).

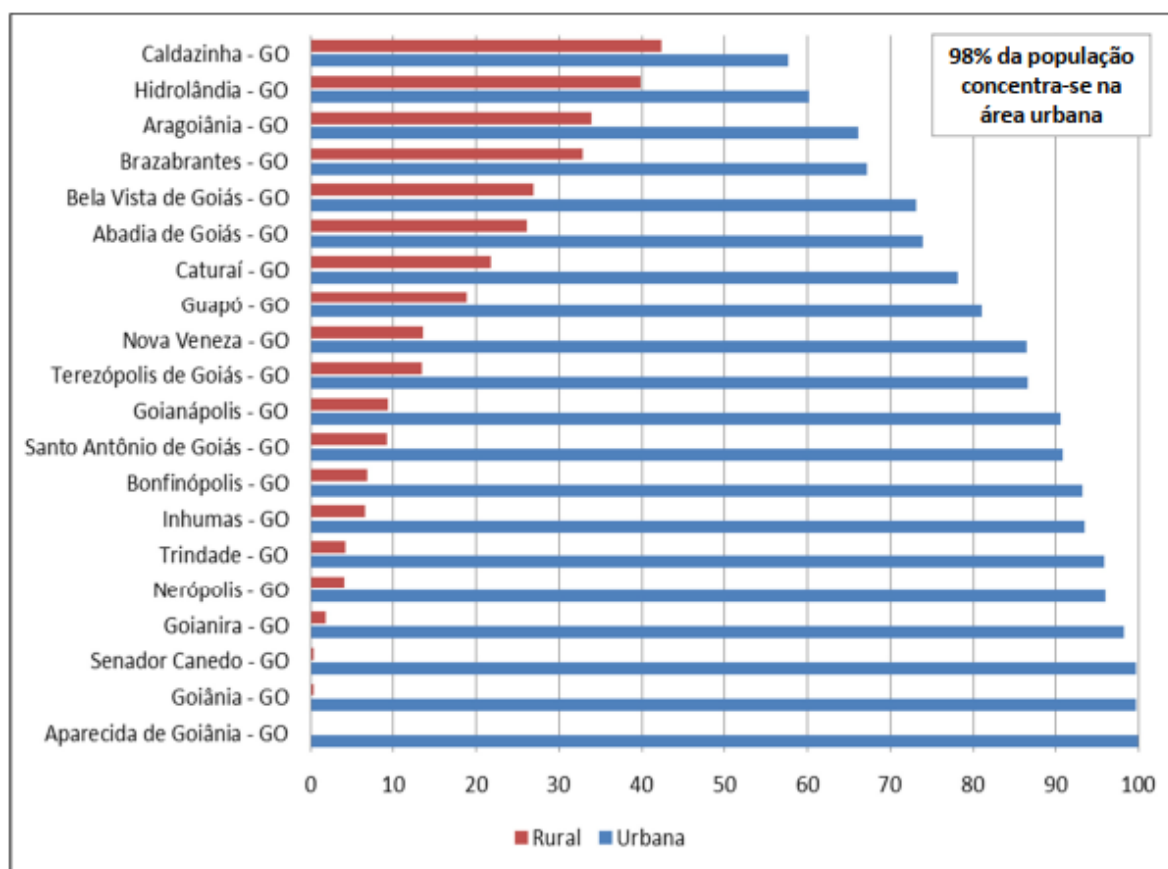


Fonte: GOIÁS (2017).

A ocupação da RMG é predominantemente urbana (98% da população) e as áreas de perímetro urbano e de expansão urbana dos três municípios analisados neste trabalho (Goiânia, Aparecida e Senador Canedo), abrangem grande parte do território em comparação com as áreas rurais (figura 32). Isso por se tratar da cidade

polo da metrópole e de duas cidades limítrofes, uma conurbada e outra em processo de conurbação, como mostra a figura 33 (mancha urbana atual em rosa e o em amarelo a expansão potencial). Apesar disso e de toda vocação agro da região, as pastagens/áreas de cultivo representam 50% do território.

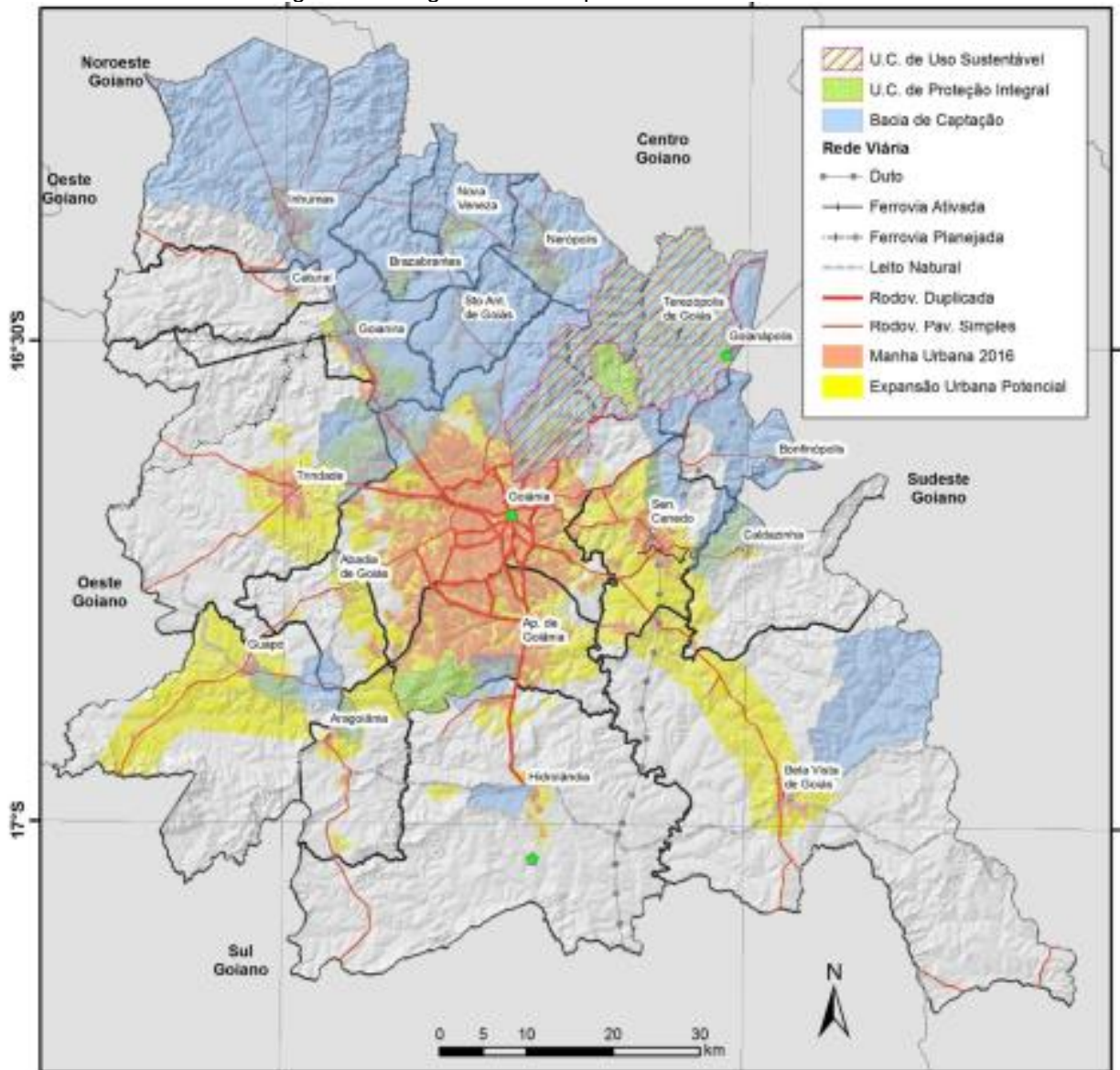
Figura 32: Estatísticas da ocupação populacional.



Fonte: GOIÁS, 2017.

Por fim, em relação às suas características socioeconômicas, a Capital – Goiânia – exibe não somente protagonismo como cidade polo como também funciona como importante centro de convergência de interesses regionais, entre estados. Isso tem gerado um fluxo migratório desses estados para o centro da RMG e arredores, criando a necessidade de moradias para essas pessoas. Aparecida de Goiânia, sua vizinha conurbada, vem crescendo em igual importância no cenário econômico, de forma que ela e a Capital juntas determinam quase 90% do PIB da RMG.

Figura 33: Prognóstico da expansão urbana na RMG.



Fonte: GOIÁS (2017).

Agropecuária, indústria, comércios e serviços compõem a estrutura produtiva básica da RMG, que possui em 17 de seus 21 municípios mecanismos de incentivo a implantação de empreendimentos. Segundo Goiás (2017), esse panorama está intimamente ligado à malha viária existente, o que ratifica o modelo de desenvolvimento econômico operado no Brasil desde a década de 50, codependente do rodoviarismo. Por outro lado, apesar dos crescentes investimentos em infraestrutura rodoviária, a instalação da ferrovia norte-sul virou uma realidade em 2021, com a entrega de um trecho de 172km entre o Centro-Oeste e o porto de Santos, favorecendo o escoamento agrícola.

A malha rodoviária da RMG, particularmente as vias federais de ligação inter-regionais, foram absorvidas pelos trechos urbanos de seus maiores municípios, como Goiânia e Aparecida de Goiânia. Nesse sentido, os fluxos regionais dessas vias se misturam aos locais e metropolitanos, considerando tanto a questão do movimento pendular metropolitano quanto a dispersão urbana dos municípios, que cresceram sem uma lógica de planejamento conciliada aos transportes públicos.

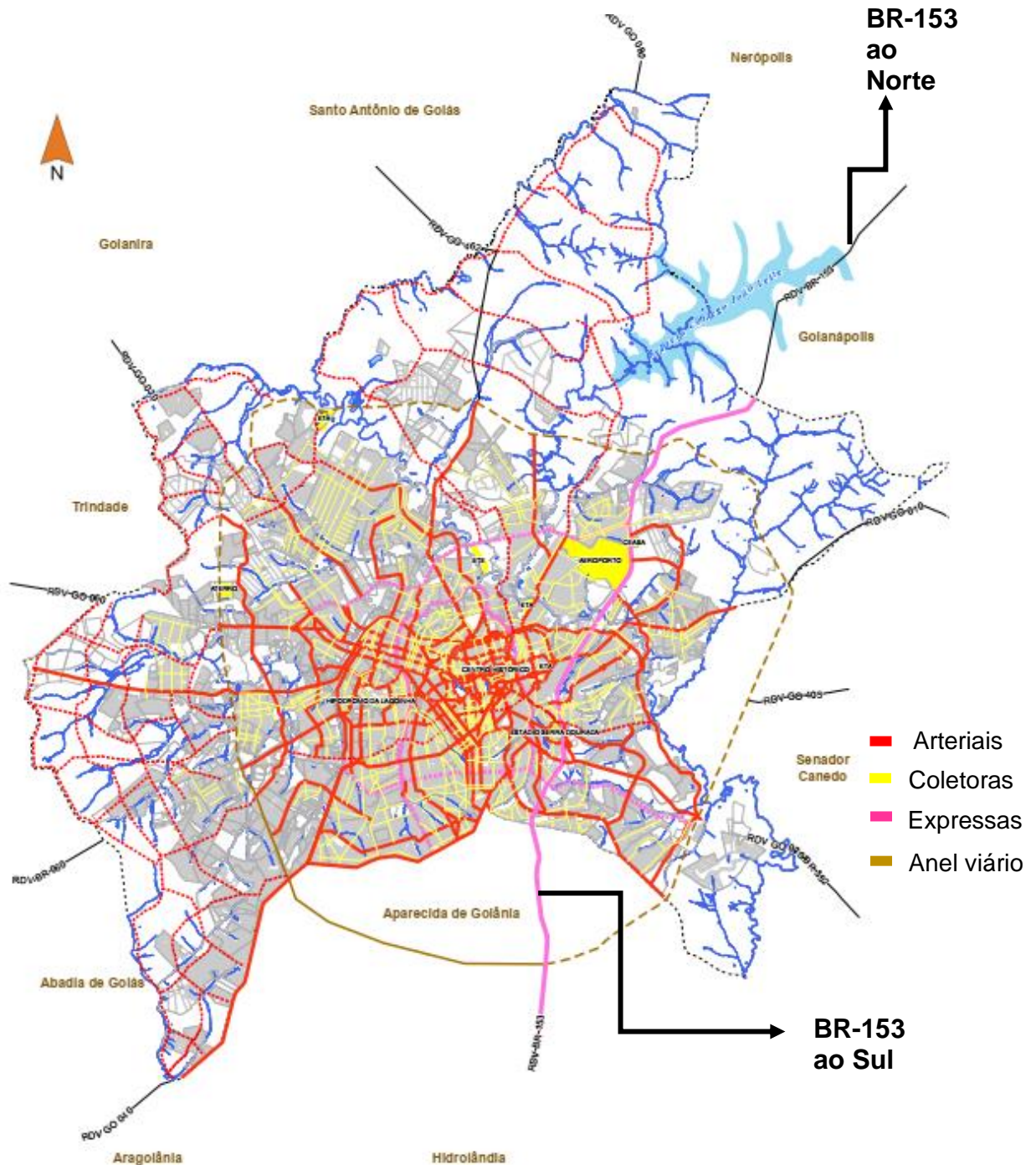
O panorama resultante é uma fluidez viária comprometida cotidianamente, cheia de gargalos e estrangulamentos em horas de pico, tanto nas regiões centrais muito densas, quando em pontos de acessos rodoviários (entroncamentos) direcionados à Goiânia (KNEIB, 2012). Nenhuma cidade da Região Metropolitana possui plano de mobilidade e o Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado, apesar do início dos trabalhos em 2014, ainda não apresentou macrozoneamento e encontra-se estacionado (KNEIB e NETO, 2018). Servindo de desvio ao trânsito saturado intraurbano de Goiânia, encontra-se a BR-153, que cruza seu território de norte a sul, como mostra a figura 34, em um trecho retirado do plano diretor atual da cidade (GOIÂNIA, 2007). Em vermelho as vias arteriais, em amarelo as coletoras e em rosa as expressas. A BR-153 aparece numa região central, como apontado na imagem.

Responsável por interligar o Centro-Oeste ao restante do Brasil, a rodovia BR-153 (construída entre as décadas de 1950 e 1980) cruza o território brasileiro de Norte a Sul, com 4.355Km de extensão. Ela é uma importante rodovia expressa para o trânsito de mercadorias nacionais e teve uma atuação fundamental no desenvolvimento do território goianiense (ARRAIS, CASTILHO, NETO, 2016). Segundo Arrais, Castilho e Neto (2016), além de promover a integração nacional, como esperado pelo presidente JK à época de seu governo, a rodovia também acarretou o surgimento de vários sítios urbanos, o que a conferiu uma forte função na urbanização regional, e de várias fragmentações territoriais.

Não raro, nota-se a presença mútua e expressiva de caminhões, carros e motocicletas em horas específicas (“*rush*”), sinalizando um conflito de fluxos viários e modos de transporte por esse trecho da BR. É de grande interesse dos gestores públicos resolver a situação do tráfego carregado e conturbado da rodovia (O DIÁRIO DE GOIÁS, 2019), porém, como no contexto das decisões políticas, as soluções precisam ser rápidas e efetivas, corrobora-se a ideia da construção de um novo trecho de rodovia (desvio) como provedor de mudanças, ficando em segundo

plano as variáveis também envolvidas no processo e que requerem uma maior reflexão.

Figura 34: Rede viária da cidade de Goiânia.



Fonte: adaptado do Plano Diretor vigente (GOIÂNIA, 2007).

Com base nesse panorama, segundo o argumento de melhoria dos fluxos viários em direção aos municípios centrais da metrópole, os planos diretores começaram a apresentar a previsão de um anel viário, cujo traçado ainda não foi

executado por completo, como consta na figura 33, na cor marrom (o traçado contínuo retrata os trechos já construídos, o tracejado, os trechos a implementar).

Esta pesquisa tomará como estudo de caso apenas uma parte do anel viário a implementar, chamado popularmente de “desvio da BR-153”. Trata-se do trecho à leste da BR-153, e que cruza – pelo desenho do antigo traçado – três importantes municípios: Goiânia, Senador Canedo e Aparecida de Goiânia. Esse traçado está atualmente em revisão, passando por atualizações para futuro financiamento da obra, ainda que não exista um macrozoneamento da RMG.

#### **4.1. ANEL VIÁRIO DA RMG**

O desenho do anel viário aparece nos planos diretores das três cidades citadas com as quais ele se cruza. Analisando seu traçado dentro dos respectivos planos, ele percorre: macrozonas rurais do município de Goiânia, regiões com farta concentração de condomínios horizontais em Senador Canedo e Goiânia e áreas rurais e de uso industrial em Aparecida de Goiânia (áreas de mineração, de aterros e indústrias), como pode ser verificado na figura 35 (desenho divulgado pelos jornais locais há uns anos - O POPULAR, 2014).

Não há notícias de audiências públicas ou oficinas de publicização e participação popular a respeito do desenho do traçado, sendo essa questão resolvida “a portas fechadas” pelo DNIT e equipes da GOINFRA, órgão estadual de infraestrutura. O panorama geral de implantação do anel viário está descrito na figura 36, revelando na cor marrom o desenho proposto inicialmente e em preto tracejado outras opções apresentadas na época da divulgação, em 2014. Novas opções de traçados ainda não foram divulgadas para a sociedade geral. O recorte desta pesquisa se atém sobre a porção leste, a que recebe o nome de “desvio da BR-153”, à direita do traçado em vermelho da atual BR.

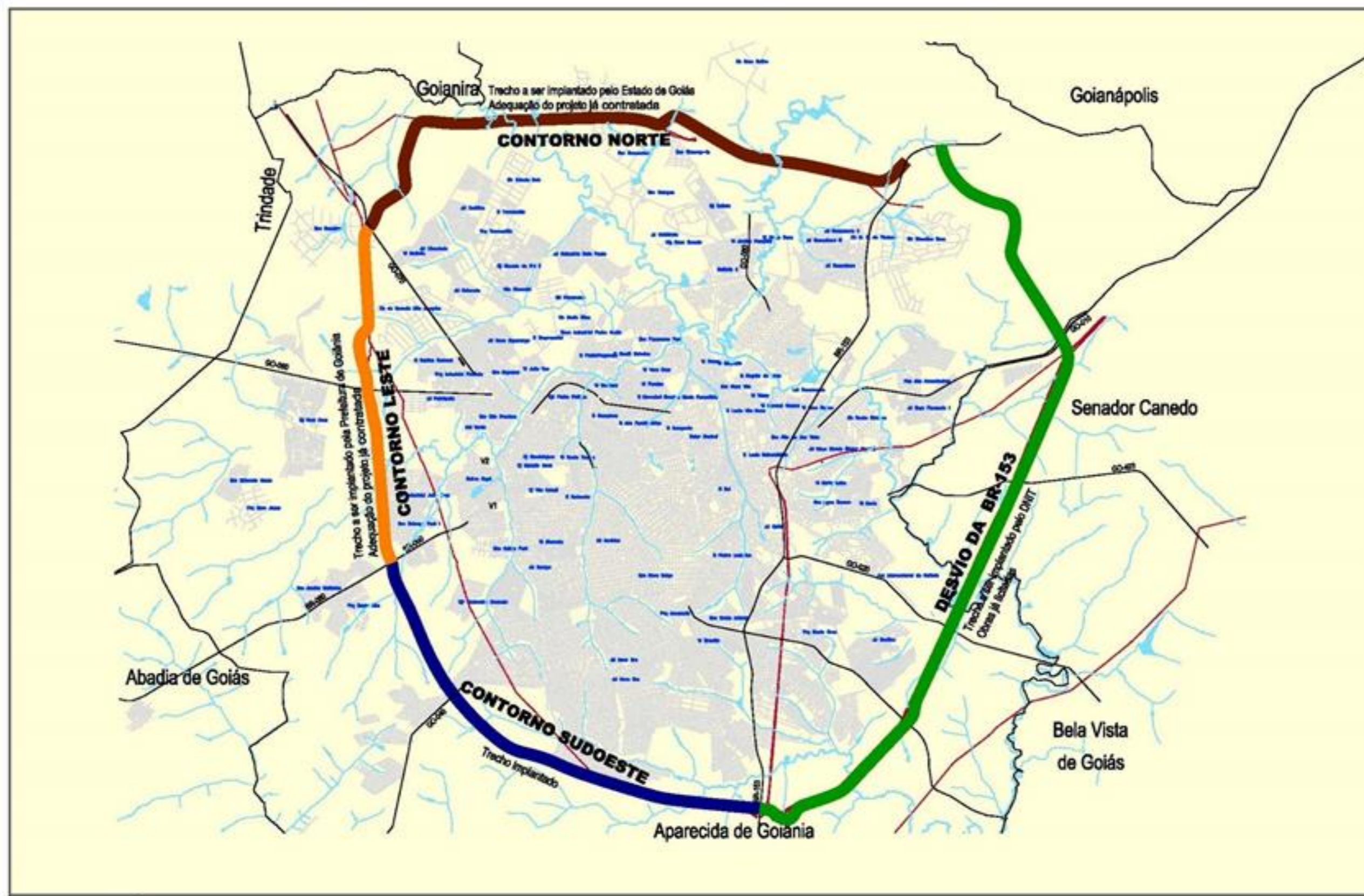
Essa análise foi feita a partir do traçado veiculado pela imprensa (figura 35) e pelos desenhos da última pesquisa Origem-Destino de 2010 para o trecho específico (GOIÁS, 2010) – figuras 37 e 38. Essas imagens revelam pontos interessantes, como a proximidade do traçado com a mancha urbana consolidada e o pressuposto de atratividade do anel em relação aos municípios próximos, da Metrópole Goiana (setas vermelhas e azuis).







Figura 38: Mapa do Relatório de tráfego encomendado em 2010.



Fonte: Goiás, 2010

## 4.2. APLICAÇÃO E VALIDAÇÃO

Para aplicação do método sistêmico, decidiu-se verificar quais dos elementos identificados na tabela 3 estariam presentes no território do estudo de caso. Para isso, optou-se por analisar o recorte segundo seus mapas de legislações municipais, seus planos diretores, que indicam suas características. Assim, procedeu-se análise criteriosa dos mapas, identificando características e depois analisando a convergência com os elementos do subsistema identificado. Os planos diretores utilizados foram:

- Plano Diretor de Goiânia (GOIÂNIA, 2007)
- Plano Diretor de Senador Canedo (SENADOR CANDEO, 2020)
- Plano Diretor de Aparecida de Goiânia (APARECIDA DE GOIÂNIA, 2016) e Diagnóstico do Plano Diretor de Aparecida de Goiânia (APARECIDA DE GGOIÂNIA, 2014).

Outra questão relevante nesse momento foi a definição das áreas de influência, já que, como dito anteriormente, nenhuma das legislações que regulam o estudo de impactos estabelece isso precisamente. Para tanto, foram aproveitados os 2 EIA's analisados (do Arco Metropolitano do Rio de Janeiro e do Rodoanel Mário Covas trecho Sul), como referências para determinação da área de influência.

Segundo Ambos os EIAs, estabelecem-se 3 tipos de áreas de influência:

- Área de influência direta (AID)
- Área de Influência indireta (AII)
- Área diretamente afetada (ADA)

A área diretamente afetada diz respeito a regiões ligadas diretamente às obras de intervenção, constituindo-se pelo perímetro da construção, todos os seus canteiros de obra, toda área de instalações industriais responsáveis pela confecção de partes da construção, alojamento de trabalhadores e áreas de descartes de resíduos. Pelo fato de o trecho rodoviário analisado não estar nem ao menos com traçado definido, decidiu-se dispensar essa área de influência, á que ela depende de variáveis ainda não conhecidas.

Em relação às outras áreas de influência:

- EIA Arco Metropolitano define para meios físico, biótico e socioeconômico:
  - AID: 1km para cada lado da via
  - All: 5km para cada lado da via
  - Incluem-se em sua totalidade: pedaços de bacias hidrográficas, florestas e outras estruturas nobres que ultrapassem esses limites, mas que iniciem seu perímetro dentro deles.
  - Incluem-se como AID bairros/distritos diretamente afetados por realocação e desapropriação, mesmo estando fora dos limites.
  - Incluem-se como All todos os municípios que a via cruzar, ou que servirem de apoio para as obras
  - Podem Incluir-se municípios que não atendam esses critérios, mas que sejam limítrofes ou territorialmente próximos.
  
- EIA Rodoanel Mário Covas Trecho Sul define para meios físico, biótico e antrópico:
  - AID: 500m para cada lado da via + estruturas variáveis
  - All: Todo o território de municípios que são cortados por vias transversais ao traçado proposto (escala macrorregional).
  - Incluem-se em “estruturas variáveis” pedaços de bacias hidrográficas, florestas e outras estruturas nobres que ultrapassem esses limites, mas que iniciem seu perímetro dentro deles.

Considerando o exposto, optou-se por determinar as áreas de influência a partir da maior margem estabelecida pelas referências. São elas:

- AID: 1km para cada lado da via + estruturas variáveis
- All: Todo o território de municípios que são cortados por vias transversais relevantes ao traçado proposto.
- Inclui-se apenas os territórios localizados á direita da BR-153, considerando esse o recorte de análise, em detrimento de todo o território de todos os municípios que cortam o traçado proposto em outros trechos.

Enfatiza-se que, neste trabalho, não foram utilizadas as denominações de meios de impactos como habitualmente nos EIAs (meio físico, biótico, antrópico ou socioeconômico), mas preferiu-se seguir o direcionamento das dimensões que foram utilizadas como palavras-chave de busca dos impactos na RSL (DA, DS, DE e DGP).

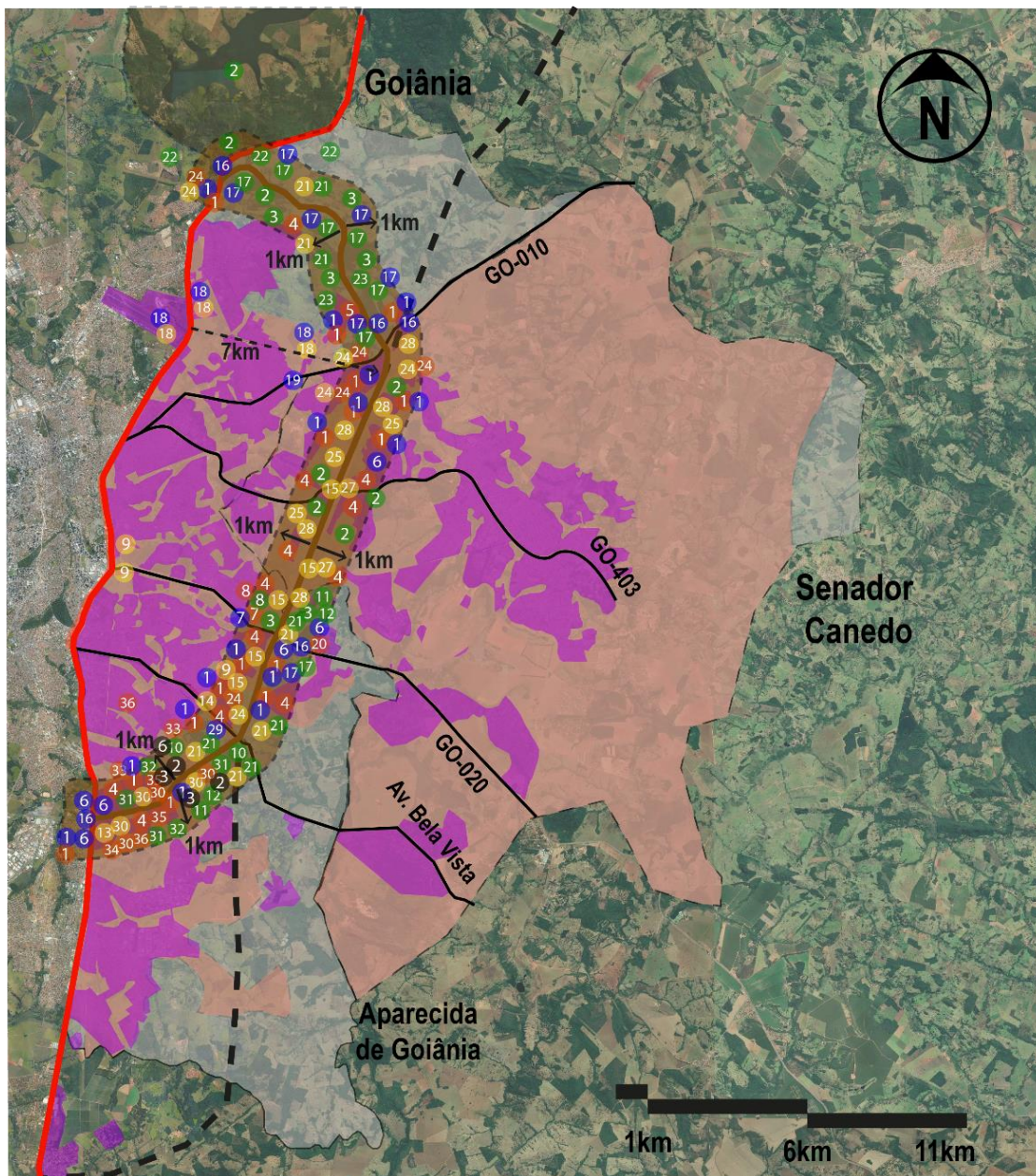
Identificaram-se no trecho analisado: área de ocupação urbana e área de perímetro urbano (que inclui área de expansão urbana), entendendo serem essas informações importantes para as análises. As características encontradas nos Planos diretores que se mostraram relevantes para associação com os elementos do subsistema “AV ∩ (MOB U EEU)” foram:

- 1 – Loteamento Residencial de baixa ou média densidades com pequeno comércio e serviços locais
- 2 – APA's/ UC's/áreas verdes demarcadas em P.D.
- 3 – Área com vasta capilaridade hidrográfica
- 4 – Condomínio horizontal de alto padrão existente ou previsão
- 5 – Previsão de novo loteamento residencial ou extensão do existente
- 6 – Área/zona industrial
- 7 – Autódromo de Goiânia
- 8 – Parque Municipal
- 9 – Equipamento público institucional (Prefeitura de Goiânia e Centro Cultural Oscar Niemeyer)
- 10 – Pedreira/ Mineração
- 11 – ETE
- 12 – Aterro
- 13 – FURNAS
- 14 – Estação de Conexão com Corredor de transporte público + bicicletário
- 15 – Linhas de corredores de transporte público existentes ou a implantar
- 16 – Via de influência econômica
- 17 – Área com previsão de atividade econômica sustentável
- 18 – Polo de desenvolvimento econômico (aeroporto/ CEASA) / AEIE (Área de Especial Interesse Econômico)
- 19 – Eixo de desenvolvimento econômico
- 20 – Cemitério
- 21 – Macrozona/Zona Rural
- 22 – Zona de amortecimento de APA
- 23 – Áreas de reserva legal
- 24 – AEIS (área de especial interesse social)

- 25 – Macrozonas urbana ou de expansão urbana
- 26 – AEIA (Área de especial interesse ambiental)
- 27 – Ciclovia/Bicicletário
- 28 – Outorga Onerosa de mudança de uso/ direito de construir
- 29 – Produção agrícola/ pecuária
- 30 – Deficiência de infraestruturas (água, energia, esgoto ou asfalto)
- 31 – Pastagem e vegetação remanescente
- 32 – Risco de erosão moderada a alta
- 33 – Renda populacional de zero a 3 salários
- 34 – Unidade Básica de Saúde
- 35 – Equipamentos comunitários de esporte e lazer
- 36 – Equipamento institucional educacional (ed. Infantil e ensino médio)
- 37 – Centralidade
- 38 – Área de impactação do aeroporto (manobras/ruídos)
- 39 – Ponto de congestionamentos
- 40 – Implantação/duplicação de via
- 41 – Vias expressas existentes ou propostas
- 42 – Capilaridade de vias coletoras e locais
- 43 – Vias arteriais existentes ou propostas
- 44 – Complexo prisional
- 45 – Previsão aeroporto
- 46 - Previsão Campus Universitário
- 47 – Área de desenvolvimento estratégico/ interesse urbanístico
- 48 – Serviço de saúde (= 34)
- 49 – Área Especial de Patrimônio Natural ou Cultural

Considerando as áreas de influência aplicadas e as características identificadas e escolhidas, colocam-se as figuras 39 e 40 que elucidam o mapa com o posicionamento aproximado dessas características, separados por cores de acordo com sua classificação dentro das dimensões estabelecidas (DA, DS, DE e DGV). Nela constam a AID (mancha marrom no entorno imediato ao traçado) e a All (mancha branca translúcida), esta última incluindo apenas os territórios à direita da BR-153. Na AID aparecem características demarcadas fora do limite. como estabelecido anteriormente, mesmo além da área demarcada, elas exercem influência direta sobre a região por sua relevância funcional.

Figura 39: Elementos similares aos do subsistema “AV  $\cap$  (MOB U EEU)” na AID do estudo de caso.



Fonte: Elaboração própria (2021).

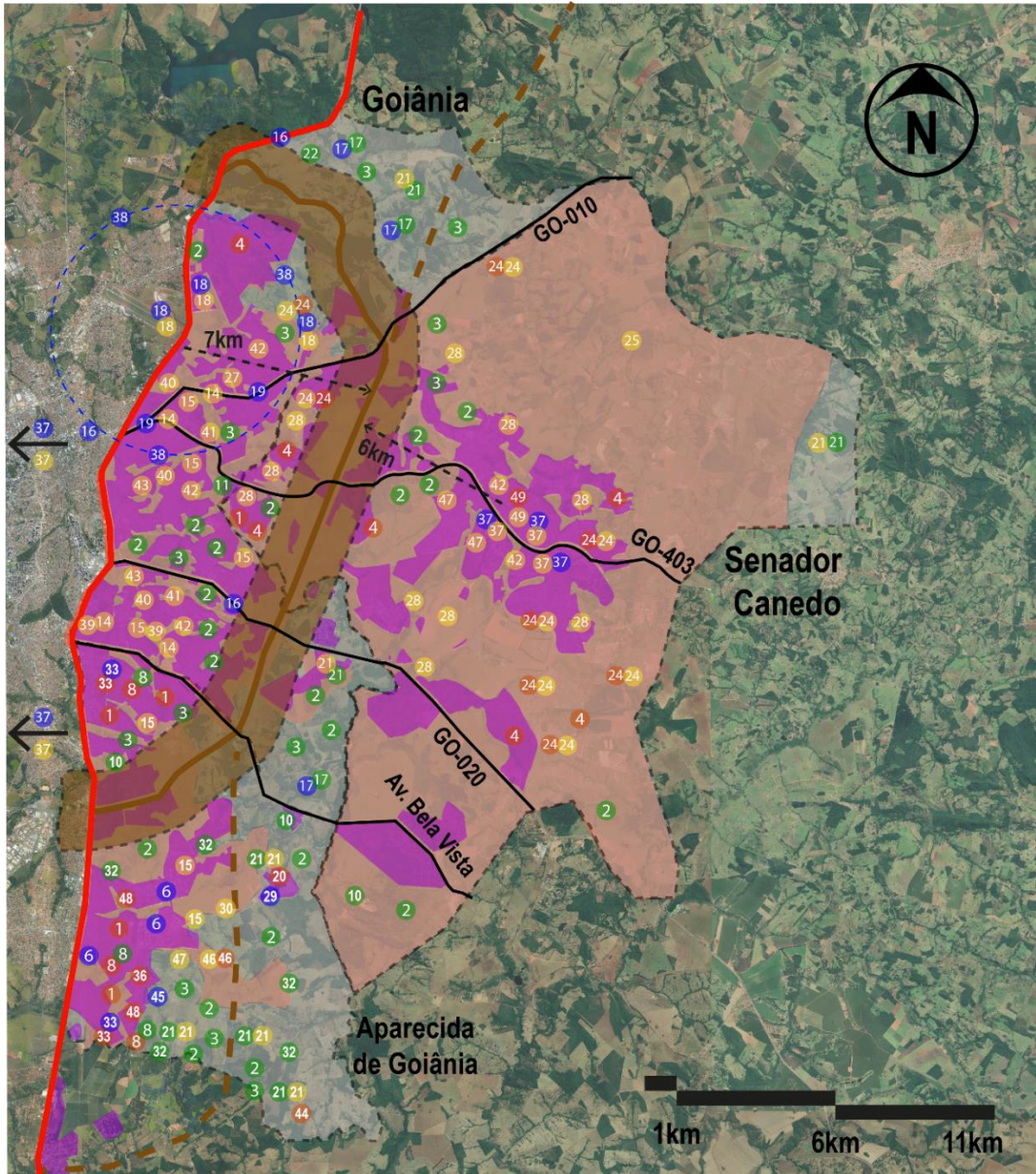
**LEGENDA:**

- BR-153
- Desenho proposto Anel Viário
- - - Desenho proposto Anel Viário Continuidade
- ▨ Área de Influência Direta (1 Km + eventuais)
- ▨ Área de Influência Indireta (municípios cruzados) e Limite de municípios envolvidos
- Vias e Rodovias Transversais
- - - Distâncias até o anel viário proposto
- ▨ Perímetro urbano em P.D.
- ▨ Área Ocupada (imagem de satélite)
- Característica de natureza Econômica
- Característica de natureza Ambiental
- Característica de natureza Social
- Característica de natureza na Gestão e Planejamento

Na figura 40 o mesmo procedimento foi feito em relação a AII:



Figura 40: Elementos similares aos do subsistema “AV  $\cap$  (MOB U EEU)” na AII do estudo de caso.



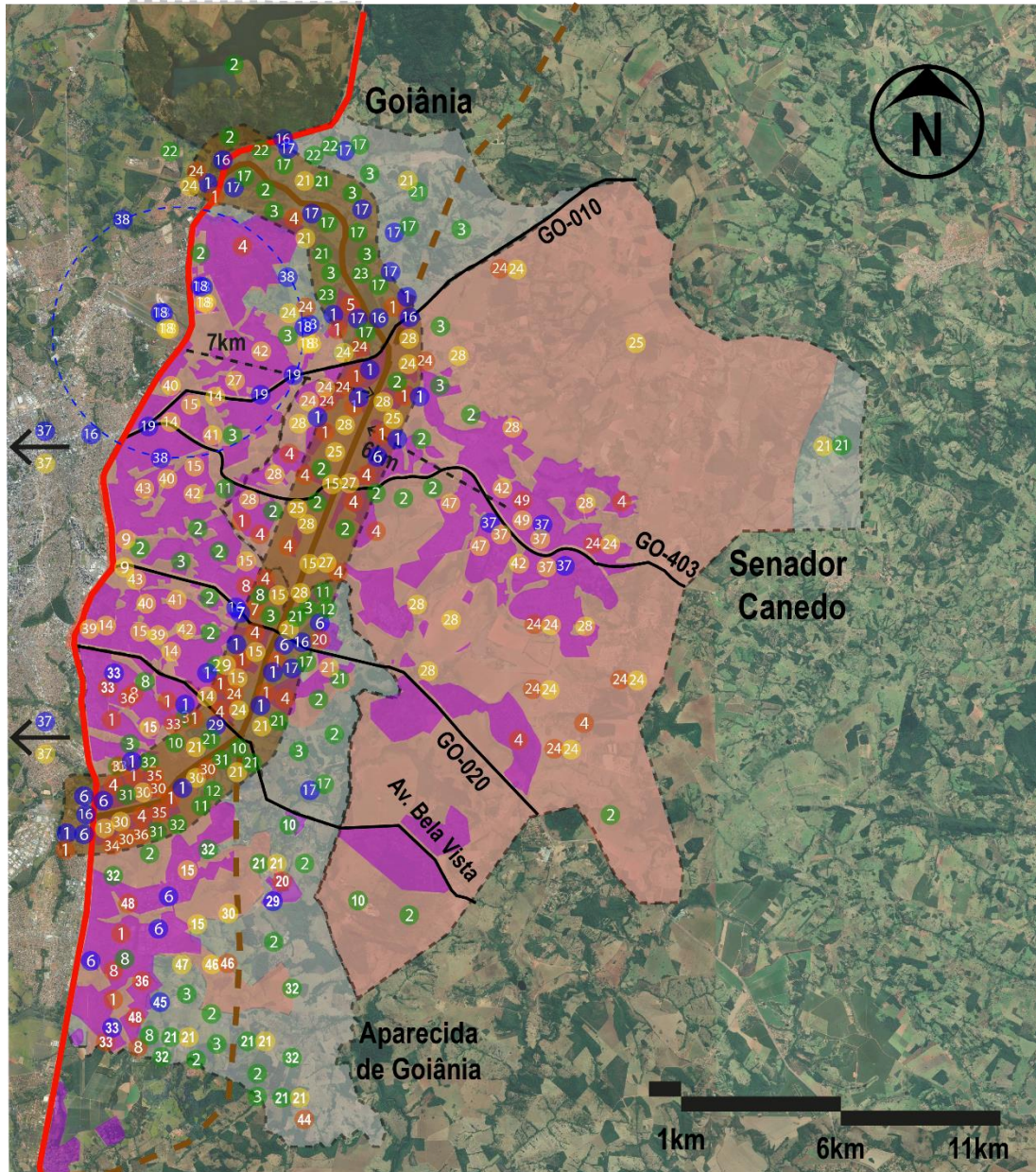
Fonte: Elaboração própria (2021).

**LEGENDA:**

- BR-153
- Desenho proposto Anel Viário
- - - Desenho proposto Anel Viário Continuidade
- Área de Influência Direta (1 Km + eventuais)
- Área de Influência Indireta (municípios cruzados) e Limite de municípios envolvidos
- Vias e Rodovias Transversais
- - - Distâncias até o anel viário proposto
- Indicativo de localização na direção apontada
- Área de Influência do aeroporto (manobras e ruídos)
- Perímetro urbano em P.D.
- Área Ocupada (imagem de satélite)
- Característica de natureza Econômica
- Característica de natureza Ambiental
- Característica de natureza Social
- Característica de natureza na Gestão e Planejamento
















Por último, juntando todos os elementos identificados, tem-se a seguinte representação no mapa da figura 41 (AID+AII):

Figura 41: Elementos similares aos do subsistema “AV  $\cap$  (MOB U EEU)” na AID+All do estudo de caso.



Fonte: Elaboração própria (2021).

**LEGENDA:**

- |   |   |
|---|---|
|  BR-153  |  Área de Influência do aeroporto (manobras e ruídos) |
|  Desenho proposto Anel Viário  |  Perímetro urbano em P.D.                            |
|  Desenho proposto Anel Viário Continuidade   |  Área Ocupada (imagem de satélite)                   |
|  Área de Influência Direta (1 Km + eventuais)  |  Característica de natureza Econômica                |
|  Área de Influência Indireta (municípios cruzados) e Limite de municípios envolvidos |  Característica de natureza Ambiental                |
|  Vias e Rodovias Transversais  |  Característica de natureza Social                   |
|  Distâncias até o anel viário proposto   |  Característica de natureza na Gestão e Planejamento |
|  Indicativo de localização na direção apontada                                       |   |

A análise detalhada de como cada uma dessas características se relacionou a cada um dos elementos do subsistema “AV ∩ (MOB U EEU)” está no apêndice 6, em quadro específico para essa finalidade.

#### 4.4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Baseando-se no último mapa (que numera as características identificadas nos Planos Diretores que possuem convergência com os elementos no subsistema identificado pelo procedimento proposto), foi realizada a análise final. Essa última lista revela, por fim, que impactos a construção do trecho de anel viário analisado teria dentro das áreas de influência estabelecidas e estudadas à luz dos Planos Diretores. Muitas das características identificadas podem parecer não ter vínculo associado ao traçado, mas em análise pormenorizada parecem compor um conjunto de estratégias pensadas em associação com a futura construção do anel, já que o anel parece favorecê-las.

A questão é, qual o impacto desse favorecimento, considerando que ainda não há um planejamento metropolitano que proponha um desenvolvimento uníssono do trecho de RMG analisado. Ou seja, alguns impactos que favorecem previsões de Planos Diretores municipais podem funcionar de maneira isolada, privilegiando determinado intento de uma gestão e prejudicando outras regiões de outro município ou até mesmo o funcionamento do anel viário em si. Expõem-se na tabela 4:

**Tabela 4** - Ranking de características do estudo de caso que mais se relacionaram (ou interagiram) com os elementos do subsistema “AV ∩ (MOB U EEU)”.

Nome	Número de vezes que aparece relacionada a algum elemento	Nº na lista/mapa
Implantação/duplicação de via	45	40
APA's/ UC's/áreas verdes demarcadas em P.D.	38	2 e 26
Loteamento Residencial de baixa ou média densidades com pequeno comércio e serviços locais.	31	1
Estação de Conexão com Corredor de transporte público + bicicletário	30	14
Condomínio horizontal de alto padrão existente ou previsão.	29	4
Via de influência econômica	29	16

Área/zona industrial	26	6
Linhas de corredores de transporte público existentes ou a implantar	26	15
Previsão aeroporto	24	45
Pedreira/ Mineração	21	10
Vias arteriais existentes ou propostas	21	43
Previsão Campus Universitário	21	46
Polo de desenvolvimento econômico (aeroporto/CEASA) / AEIE (Área de Especial Interesse Econômico)	20	18
Produção agrícola/ pecuária	19	29
Centralidade	19	37
Vias expressas existentes ou propostas	19	41
Eixo de desenvolvimento econômico	18	19
Macrozonas urbana ou de expansão urbana	17	25
Parque Municipal	16	8
Área com vasta capilaridade hidrográfica.	15	3
Ciclovia/Bicicletário	15	27
Previsão de novo loteamento residencial ou extensão do existente.	13	5
Macrozona/Zona Rural	13	21
AEIS (área de especial interesse social)	13	24
ETE	12	11
Aterro	12	12
Pastagem e vegetação remanescente	11	31
Áreas de reserva legal	10	23
Outorga Onerosa de mudança de uso/ direito de construir	10	28
Ponto de congestionamentos	10	39
Capilaridade de vias coletoras e locais	10	42
Equipamento público institucional (Prefeitura de Goiânia e Centro Cultural Oscar Niemeyer)	9	9
Área com previsão de atividade econômica sustentável	9	17
Deficiência de infraestruturas (água, energia, esgoto ou asfalto)	9	30
Autódromo de Goiânia	8	7
Zona de amortecimento de Parque (APA)	8	22
Equipamentos comunitários de esporte e lazer	8	35
Área de desenvolvimento estratégico/ interesse urbanístico	8	47
Cemitério	6	20
Unidade Básica de Saúde	6	34
Complexo prisional	6	44
Serviço de saúde	6	48
Área Especial de Patrimônio Natural ou Cultural	6	49
Equipamento institucional educacional (ed. Infantil e ensino médio)	5	36

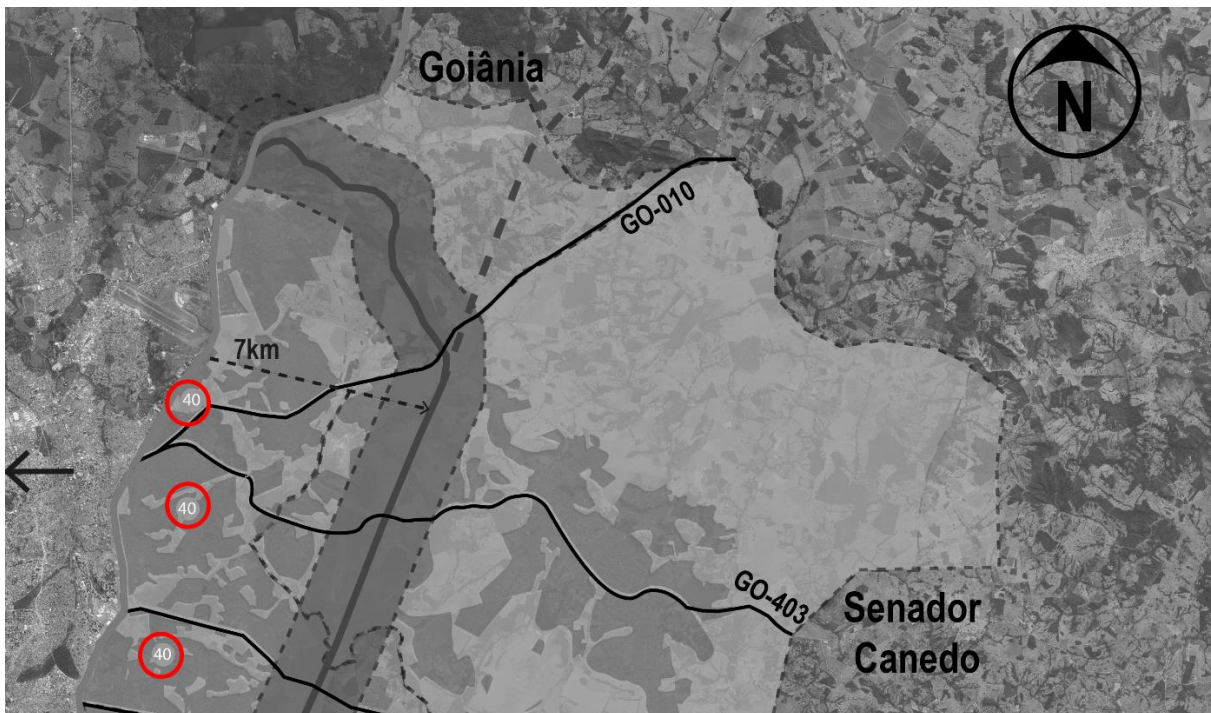
Área de impactação do aeroporto (manobras/ruídos)	5	38
FURNAS	4	13
Renda populacional de zero a 3 salários	2	33
Risco de erosão moderada a alta	1	32

Fonte: Elaboração própria (2021).

### Considerações e análises:

a) A característica que mais se relacionou com elementos do subsistema foi a “implantação/ duplicação de via” (40), isso quer dizer que já existe esse tipo de previsão dentro das áreas de influência do anel (em dois trechos). Localizam-se próximos a vias transversais ao anel, com cruzamento em nível entre o anel e as vias GO-020 e GO-403. Na figura 42 pode-se perceber como a localização da implantação de novas vias está ligada a outras características interessantes: existência de vias coletoras, locais, arteriais e expressas (41, 42 e 43); linhas e estações de corredores de transporte público existentes ou a implantar (14, 15); eixos de desenvolvimento econômico (19).

Figura 42: Característica 40 demarcada.



Fonte: Elaboração própria (2021).

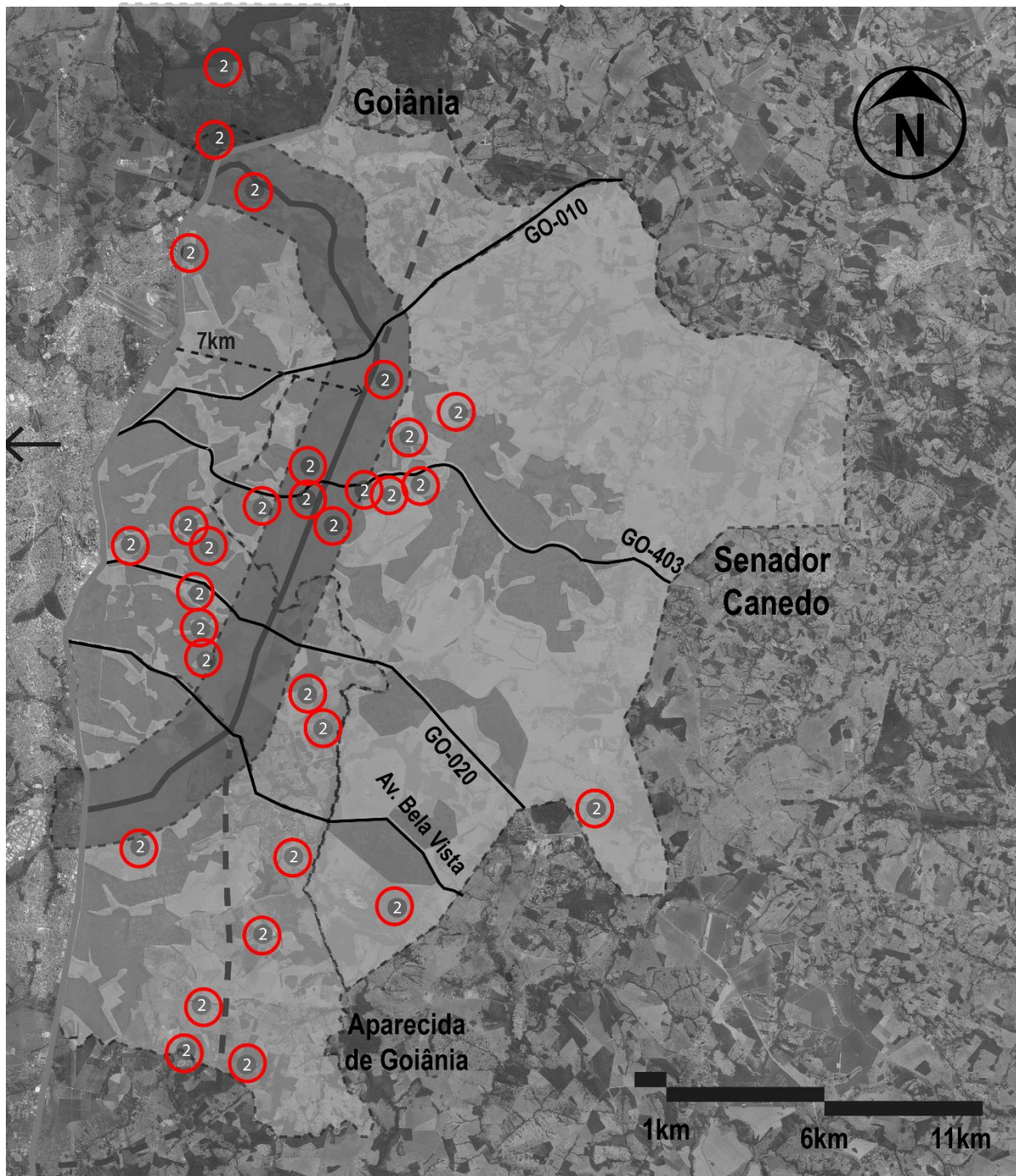
Ambos os pontos estão em áreas urbanas consolidadas: em um deles (mais acima) existe um setor de casas unifamiliares, o setor Jardim Novo Mundo, predominantemente de baixa renda e com carência de acessibilidade, apesar da linha de BRT próxima à região. No outro ponto, está em curso a construção de vários prédios públicos institucionais, como Ministério Público e fóruns, além de edifícios residenciais de alto gabarito. Neste ponto há vazios urbanos e ele margeia toda a região de condomínios horizontais.

A previsão dessas construções, somada às outras características citadas, desenha um cenário possível de adensamento – particularmente falando dos edifícios residenciais que poderiam suprir necessidade de moradia de servidores alocados nos novos prédios públicos em construção. Em termos de acessibilidade, isso se liga intimamente às vias adjacentes, entre elas o anel viário (lembrando que esse trecho fica dentro do espaço entre a BR-153 existente e o traçado proposto, que distam apenas 10 km (aproximadamente)).

b) As áreas verdes de interesse ambiental (2 e 26 – este último item foi incorporado ao primeiro) – figura 43 - foram a segunda característica mais relacionada com o subsistema, demonstrando que também se relaciona com os mais diversos tipos de elementos (impactos). A localização das áreas assim definidas revela uma demanda mais intensa de cuidados sobre elas, já que muitas se localizam dentro da área de influência direta ou muito próximo dela. O início do traçado tangencia a APA João Leite e cruza sua área de amortecimento, região necessária à sua preservação. Alguns pontos se entrelaçam á áreas já minimamente adensadas, lindeiras a rodovias transversais ao anel (região que em muitos casos é alvo de ocupação irregular) e até mesmo com previsão de corredor estrutural de BRT.

Nestas localidades, a fiscalização sobre uso e ocupação do solo devem ser criteriosas e preconizar o distanciamento de construções, a menos que estejam dentro de um programa de implantação sustentável e regulamentado. Ao contrário disso, notam-se regiões demarcadas com essa denominação vizinhas á áreas de expansão urbana, com possibilidade de outorgas e outros instrumentos de flexibilização do uso e ocupação – como o direito de construir. Deve-se manter uma especial atenção nestes pontos.

Figura 43: Característica 2 demarcada.



Fonte: Elaboração própria (2021).

c) Os loteamentos de baixa e média densidade com pequeno comércio local (1) foram os terceiros mais relacionados ao subsistema de impactos. Isso também pode ser analisado a partir de suas localizações (figura 45) e outras características marcantes do entorno. A maioria deles depende da acessibilidade conferida pelas rodovias do entorno, sendo predominantemente setores distantes do Centro,

codependentes da malha rodoviária para acessar as atividades cotidianas, apesar dos singelos pontos de comércio local. Alguns deles são abastecidos pelo BRT local, que vem de Goiânia e Aparecida – cidades com maior concentração de empregos, serviços e entretenimento, outros se encontram isolados, aguardando a concretização das novas linhas de corredor exclusivo.

Ocorre que essas linhas e suas estações (14 e 15) previstas estão em localização aproximada em relação ao traçado (figura 45). Sua existência oportuniza – e é até desejável – uma ocupação do entorno condicionada ao seu percurso, como preconiza a praxe do desenvolvimento orientado aos transportes. Porém, imaginar um anel viário (que deve escoar quase que exclusivamente o fluxo de cargas e fluxos inter-regionais) em contato íntimo com corredores de BRT parece uma estratégia perigosa do ponto de vista do funcionamento de longo prazo do anel. Em alguns anos, existe a chance de ele ser absorvido pela malha local e novamente servir de via intraurbana.

Esse é outro ponto importante que deve ser analisado, ainda mais considerando a localização atual e a previsão de novos empreendimentos residenciais horizontais - condomínios de alto padrão (4), que já se apropriam da construção da futura via como marketing de acessibilidade. Ao longo de todo o trecho que o traçado do anel cruza o município de Senador Canedo, ele parece ser colocado pela gestão como uma grande via de incentivo ao desenvolvimento local – contrariando sua finalidade. Isso é ratificado por um dos desenhos divulgados pelo Plano Diretor da prefeitura (figura 44). No trecho que corta o chamado “Sudeste de Goiânia”.

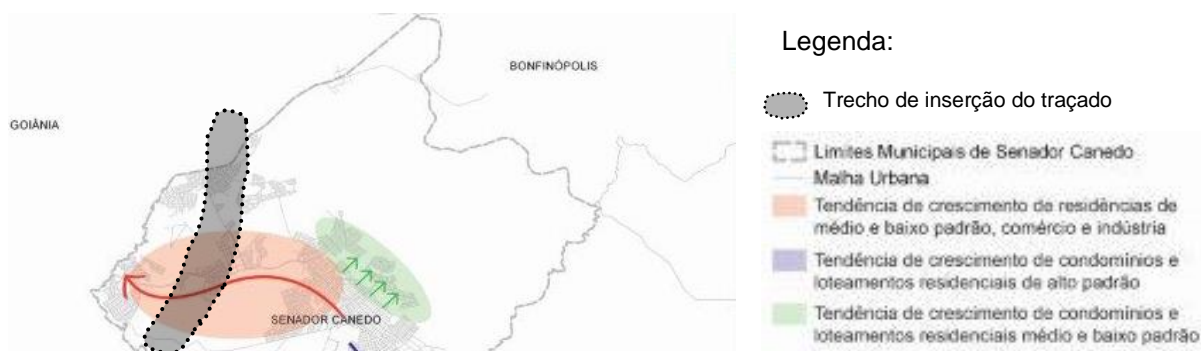
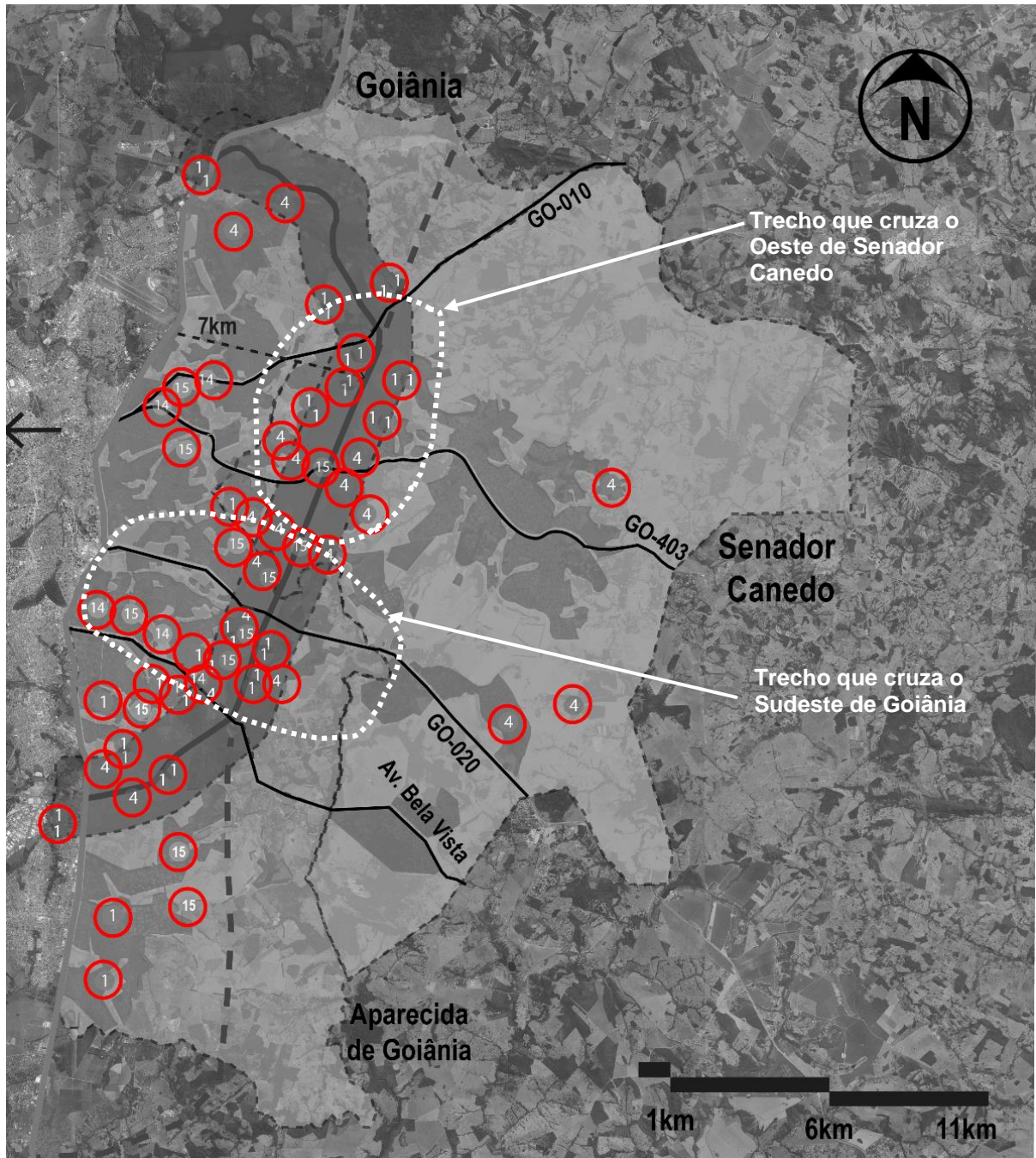


Figura 44: Trecho extraído do P.D. de Senador Canedo explicitando os planos de crescimento da cidade e suas direções. Fonte: Senador Canedo (2020).



Figura 45: Características 1, 4, 14 e 15 demarcadas.



Fonte: Elaboração própria (2021).

d) As três características que menos se relacionam com os elementos do subsistema de impactos são “FURNAS (13)”, “renda populacional de 0 a 3 salários” (33) e “risco de erosão” (32). Esses seriam os pontos de menor impactação que, não obstante, exigem também alguma atenção, devem ser considerados. Provavelmente a baixa quantidade de relações com o sistema se vincule ao fato de:

- Ser uma instituição pública consolidada, sem perspectivas de influência maior do que a que já promove atualmente (Furnas).

- Não atuar significativamente sobre a renda dos cidadãos identificados no ponto 33 (em Aparecida de Goiânia), uma vez que não está prevista nenhuma idealização de centralidade próxima, que mude a dinâmica de deslocamentos cotidianos. A população ali residente depende das centralidades presentes em Goiânia e Aparecida – em sua maioria – para realizar suas atividades e já estão abastecidos pela Av. Bela Vista, que possui serviço de transporte público (sua localização quase que lindeira a essa avenida facilita esses deslocamentos).

De fato, a construção de linhas de BRT próximas à região pode melhorar a acessibilidade, majorando o acesso a oportunidades e, conseqüentemente, influenciando na renda. Pontos como a característica 40 podem também ter um poder de influência sobre o aumento da renda dessas pessoas, uma vez que está previsto uma espécie de novo centro institucional (Novos prédios do Ministério Público) com apoio de moradias de alto padrão.

- O risco de erosão também se apresenta com baixo potencial de impactação. Exceto nas regiões onde existe capilaridade abundante de corpos d'água (predominantemente região ao norte da área estudada – próxima à APA João Leite), o terreno suporta bem o revolvimento, considerando as construções já existentes e as previsões das áreas de expansão urbana dos 3 municípios. A porção norte, conhecida pela sua expressiva quantidade de nascentes e outros corpos d'água, já apresentaria risco potencial de erosão, principalmente considerando o tipo de solo predominante (latossolo), muito permeável.

Seria possível falar e relacionar detalhadamente cada uma das características que refletem os impactos (elementos) identificados pelo subsistema, porém, essa não é a proposta da pesquisa. Isso demandaria páginas a fio de escrita e análise, o que requer mais aprofundamento. De maneira geral, a lista se propõe ao alerta de todas as características elencadas, dependendo da sua quantidade de relações com o subsistema. A partir de uma leitura geral das características, e considerando o contexto ambiental, social, econômico e governamental da região, pode-se inferir algumas considerações finais que criam um cenário panorâmico (diferentes cenários prospectivos podem ficar como sugestão de avanço deste trabalho, inclusive).

Devido aos aspectos territoriais ligados ao desenvolvimento (em ordem de relevância na lista de relações: 40, 1, 14, 4, 16, 6, 15, 43, 46, 18, 41, 19, 25, 5, 28, 17, 47) muito próximos ao traçado proposto e o modo como eles se relacionam (criando condições favoráveis para acessibilidade, com interesse das gestões em promover indução do desenvolvimento, mesmo que de maneira sustentável – como ocorre ao norte em Goiânia), acredita-se que haverá uma expansão das áreas ocupadas de maneira regular, principalmente. Isso porque os instrumentos e previsões dos P.D. caminham nesse sentido, diferente de outras regiões onde existem previsões de restrição de crescimento e medidas mais duras de controle ambiental (em Goiânia, fora do trecho analisado).

Com a implantação de uma nova espinha dorsal rodoviária – e futura municipalização do atual trecho da BR-153, e com as previsões atuais de corredores de ônibus, loteamentos e condomínios, é possível que ocorra a construção de mais vias locais e novos loteamentos – principalmente considerando o estado migratório favorável à instalação de novos moradores. Com isso surge a demanda de infraestrutura viária, de água, esgoto iluminação, telefonia, internet, limpeza urbana, dentre tantas outras necessárias a vivência urbana. Isso precisa ser contabilizado pelas gestões, a fim de confirmar a possibilidade de suprimento destas demandas.

Apesar do panorama favorável ao desenvolvimento territorial econômico, industrial, sustentável, residencial de baixo e alto padrão e até mesmo institucional, não existe a previsão de criação de centralidades e subcentralidades. Isso indica que os residentes, de baixa ou alta renda, continuarão dependentes das centralidades de Goiânia e Aparecida (predominantemente) ou de outras regiões (toda a RMG tem pontos de oferta de emprego nos setores industrial e da produção agro).

Com a construção dos corredores de transporte público, é possível que os moradores de baixa renda tenham acessibilidade, dependendo da eficiência do sistema (atualmente ele não fala a favor). Já a população de alta renda muito dificilmente fará uso dele (como já é de costume na RMG). Não existem previsões de campanhas de conscientização sobre o uso do transporte público e sobre o incentivo ao desuso do veículo individual (em termos culturais), exceto pelo alto preço dos combustíveis que poderia forçar uma diminuição da circulação de automóveis. De maneira geral, a elite da RMG continuará lançando mão do modal individual para deslocamentos cotidianos, que necessitam cruzar a cidade.

Outro ponto notável, e já muito latente, é a conurbação do município de Senador Canedo com Goiânia e até mesmo com Aparecida. Atualmente Aparecida já é conurbada à Goiânia e esse parece um movimento que naturalmente vai se repetir se não houver maior controle sobre o território. A potencial junção territorial dificulta o consenso e compatibilização entre os planejamentos dos diversos municípios, ocasionando conflitos de interesse administrativos, jurídicos, políticos e até mesmo socioculturais; agrava a questão dos deslocamentos pendulares, um desafio para a mobilidade; promove setores/bairros/regiões sem vitalidade e qualidade de vida (apenas dormitórios), entre outros problemas.

Todo esse desenvolvimento territorial coloca em risco área de interesse ambiental localizados nesse trecho com vasta capilaridade hidrográfica e com ainda alguma concentração importante de áreas produtivas. Havendo mudança de uso e ocupação, haverá influência em outras dimensões – como mostra inclusive o primeiro diagrama sistêmico geral. Economia, moradias, infraestrutura, perfil da população, perfil de deslocamentos, tudo muda com a mudança do uso e ocupação. Isso deve ser pensado com cautela afim de não desestruturar a sociedade, o território, o meio ambiente e seus ecossistemas locais.

Cemitérios, áreas de mineração, aterros, ETEs, todas essas estruturas no meio do caminho do desenvolvimento territorial. É possível que haja um sucateamento da ocupação próxima a essas regiões em função da desvalorização dessa localização? Ou que essas estruturas sejam transferidas? Não se sabe, o desenho definitivo do anel, ainda em estudo e passível de atualização, ainda é um mistério para população e acadêmicos que não têm acesso a informações internas da GOINFRA e do DNIT (publicizados em meio eletrônico ou em oficinas de participação popular).

Dados os cenários de desenvolvimento territorial e considerando o tipo de ocupação já efetuada e prevista (loteamentos de moradias unifamiliares e condomínios horizontais de alto padrão) estima-se que a ocupação dispersa e espalhada continue sendo uma realidade. Juntamente ao processo de conurbação, a criação de zonas de elite entre muros e de loteamentos populares poderá oportunizar áreas de segregação social, como já ocorre no município.

Por fim, o anel viário poderá, por suas características de traçado (previstas no desenho conhecido) se tornar uma via intraurbana, diminuindo a velocidade e a vazão da via no trecho urbano. Se não houver controle da ocupação e dos

instrumentos, todas as características corroboram para a saturação do anel após dado período e posterior necessidade de novo desvio, como acontece frequentemente em outras RMs brasileiras e até mesmo do mundo.

A diferença nas poucas cidades que exibem alguma eficiência nesse sentido (como na Grande Londres ou Grande Paris), é o atendimento mútuo a outras questões que melhoram o todo, como o transporte público coletivo, o incentivo às subcentralidades, ao transporte ativo, restrições de estacionamento em áreas centrais, pedágio urbano, entre tantas outras medidas que comutam entre si para a melhoria não só do tráfego isoladamente, mas da acessibilidade, da mobilidade urbana e, sobretudo, da qualidade de vida.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa buscou identificar e analisar as relações entre anéis viários, mobilidade e estrutura espacial urbanas de maneira sistêmica, mais ampla e integrativa. Utilizando a TGS como ferramenta conceitual para a criação de uma abordagem sistêmica, procurou-se identificar os elementos e interações constituintes do subsistema de relações entre essas variáveis. Esse subsistema passou a ser chamado de “AV  $\cap$  (MOB  $\cup$  EEU)”, a partir de uma sucessão de etapas metodológicas. Interligados em uma rede causal, esses elementos e suas relações são justamente os “impactos” procurados, considerando que cada um deles é representativo de alguma temática que influencia e afeta outra, se modificando mutuamente.

Para atingir tal intento, executaram-se os sucessivos objetivos específicos iniciando por pesquisas preliminares de revisão bibliográfica. A conceituação e definição das variáveis envolvidas no subsistema (mobilidade, estrutura espacial e anéis viários) foi fundamental para uma das etapas metodológicas, cuja identificação de palavras-chave no texto pôde sinalizar e evidenciar elementos dos três subsistemas citados. Outra parte relevante foi a determinação das dimensões de pesquisa, que serviram de base para RSL. Alguns setores do planejamento (ou pastas da gestão governamental) foram escolhidos de forma preliminar e, depois de algumas leituras e maturação do estudo, percebeu-se mais adequada a minimização dos setores nas três grandes áreas da sustentabilidade: ambiental, social e econômica – onde depois viria ser adicionada à dimensão “governança e planejamento”, por uma questão de forma e melhor contextualização dos elementos.

Foram executadas as etapas sucessivas do método: montagem de um grande sistema de impactos entre rodovias (genericamente) e as quatro dimensões que serviram de classificação dos elementos (ASE+GP); identificação dos subsistemas menores – inseridos no grande sistema – e operações de união e intersecção necessárias para atingimento do subsistema final. O subsistema final identificado resultou em um diagrama que demonstra visualmente as relações/interações, e em tabelas e quadros que os quantificam, possibilitando algumas análises.

No âmbito do estudo de caso, características do sítio foram identificadas em planos diretores e/ou imagens de satélite e, posteriormente, associadas aos elementos identificados no subsistema final (uma associação feita por semelhança

semântica e de significado, avaliando cada caso). Algumas características convergiam com diversos tipos de elementos do subsistema, revelando a necessidade de uma especial atenção sobre elas. Outras características se ligaram poucas vezes, indicando outras interpretações.

Todas as características se ligaram à pelo menos um elemento, ou seja, todas as características do estudo de caso convergem com pelo menos um elemento do subsistema final e, portanto, todas poderão gerar ou sofrer impactos – considerando o conceito de interação mútua dos sistemas. A partir dessa ideia, procedeu-se análise teórica, cruzando informações que geram inferências a respeito de possíveis impactos, tendências. Não é um método mecanizado exato, mas descritivo, que analisa possíveis desfechos de maneira preliminar, passíveis de confirmação por meio de simulações computacionais, por exemplo.

É importante ressaltar que alguns autores como LABHAB (2005), Amaral (2009) e Dalcin; Silva (2019) entendem que o processo de planejamento da cidade, enquanto disciplina própria das ciências sociais, possuem uma subjetividade que as ciências exatas podem não conseguir captar completamente. Isso corrobora para a importância de métodos tanto quantitativos quanto qualitativos na análise urbana interdisciplinar e integrativa de impactos e tendências dos mesmos.

Em relação às premissas colocadas: RESPONDER MELHOR ESSAS PREMISSAS: MAIS UM PARÁGRAFO CADA PARA EXPLICAR?

a- Os anéis viários se transformam, a médio e longo prazo, em vetor de ocupação urbana, sobretudo em regiões periféricas, o que acaba promovendo e acentuando o processo de espraiamento urbano.

Se mostrou verdadeira, uma vez que, no estudo de caso, muitas foram as características que corroboraram para uma tendência de ocupação e, sobretudo, de espraiamento, dado o panorama do planejamento nas regiões afetadas pelo anel em suas áreas de influência direta ou indireta.

b- A implantação de anéis viários, por si só, não proporciona melhoria das condições de transporte. Necessita-se, acima de uma solução estanque, da articulação de propostas interdisciplinares, que contemplem todas as partes do todo urbano pertencentes ao planejamento e envolvidas na melhoria da mobilidade urbana como um todo, e não somente dos transportes.

Se mostrou verdadeira, pois o conjunto de características do estudo de caso demonstra que a tendência à ocupação e à interligação viária em nível, em vários pontos do traçado, poderia interferir a médio e longo prazo em suas condições de tráfego, demandando a construção de novo anel mais externo, concêntrico.

c- O trecho de anel viário proposto para a Região Metropolitana de Goiânia, analisado em estudo de caso, encontrará, depois de algum tempo, panorama de saturação viária semelhante a pré-existente, a qual argumentou sua construção. Isso demandará a construção de novos anéis viários concêntricos.

Se mostrou verdadeira. Apesar de esforços da gestão metropolitana em melhorar a acessibilidade da RM com o BRT, que caminha a passos lentos, o planejamento do uso e da ocupação do solo ainda são secundários. Pelo contrário, está em curso o adensamento de alguns setores já saturados e a multiplicação dos condomínios horizontais periféricos, dificultando uma mudança de quadro de utilização de rodovias.

Além disso, não se opera concretamente um incentivo ao transporte ativo que poderia melhorar as condições de mobilidade em áreas de centralidade mais críticas. As ciclovias descontinuadas, calçadas degradadas e percursos desconfortáveis, sem arborização e iluminação adequadas são uma realidade do dia a dia de uma população que utiliza majoritariamente o transporte individual.

As centralidades seguem concentradas em porções específicas do território, demandando longos deslocamentos pendulares da maioria da população que não tem poder aquisitivo para residir próximo a esses pontos de interesse. Ou seja, parece haver um incentivo muito grande à questão do anel e do BRT, mas sem considerar igualmente a importância de tantos outros aspectos fundamentais para a melhoria da mobilidade.

O método proposto apresenta algumas fragilidades e potencialidades que devem ser notadas. Por sua natureza qualitativa e codependente do sujeito que analisa e das referências escolhidas, pode haver diferenças caso um outro pesquisador o utilize. A própria RSL, base da identificação de elementos, pode mudar pontos do sistema, dependendo do lapso temporal, da quantidade de documentos que se analise e até mesmo da base de dados escolhida. A interpretação e o fluxo causal desses elementos dentro do corpo textual dos documentos podem variar dependendo da visão mais detalhada ou sintética do pesquisador que a avalia.



A subjetividade continua na etapa de classificação dos elementos e de identificação das características no estudo de caso. Isso pode gerar um incômodo por seu caráter muito indefinido e não determinístico como nos estudos de simulação computacional, ao mesmo tempo que considera os avanços temporais dos estudos (atualizando a RSL), e valoriza a perspectiva do pesquisador, já que sua bagagem e experiência no tema determina a profundidade e direção do seu olhar sobre as sucessivas etapas. Portanto, como salientou Fontoura (2019), o subsistema final identificado não tem a pretensão de ser taxativo, mas exemplificativo, considerando a elasticidade desejável do pensamento quando se trata de abordagem sistêmica.

Outro ponto importante foi o uso do software Kumu, que apresentou algumas limitações e sensibilidade que deixavam a criação dos diagramas suscetível a mudanças inesperadas e erros difíceis de detectar – como a seleção de elementos para edição que poderia ocasionar seleções adicionais não desejadas, entre outros fatores. Sugere-se como melhoria um maior aprofundamento das questões técnicas do software para melhor manipulação com essas ferramentas sensíveis.

Como sugestão de melhoria adicional, entende-se que o próximo passo da interpretação dos impactos, de forma concreta, se daria pela conversão das características ou elementos encontrados em indicadores, passíveis de quantificação e, portanto, de um formato mais direto de discussão e transformação. Mais além, o uso de indicadores poderia auxiliar na mensuração de cenários prospectivos mais controlados (não totalmente, já que isso seria uma distorção das ciências sociais, mas apenas uma diretriz).

## REFERÊNCIAS

ALBARRACÍN, Lluís; GORGORIÓ, Núria. Mathematical modeling projects oriented towards social Impact as generators of learning opportunities: a case study. MDPI - Mathematics. Espanha, 2020.

ALCANTARA, Maria Nathália; GONZAGA, Ana Stéfane da Silva; KNEIB, Erika. Regenerative Mobility: Disruption and Urban Evolution. **International Journal on Environmental Science and Sustainable Development**. 2019. P. 41 a 55. DOI: 10.21625/essd.v4i3.676.

AMARAL, Camilo Vladimir de Lima. **De Desenvolvimento e Estratégias Aplicados ao Planejamento Urbano Contemporâneo: Lições Democráticas a partir dos Particularismos Ambientalistas**. In: XIII Encontro Nacional da Anpur, 2009, Florianópolis. Anais do XIII Encontro Nacional da Anpur, 2009.

ANJOS, Francisco Antônio dos. **Processo de planejamento e gestão de territórios turísticos: uma proposta sistêmica**. 2004. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção), Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

ANTP. Associação Nacional de Transportes Públicos. Sistema de Informações da Mobilidade Urbana da Associação Nacional de Transportes Público – Simob. **Relatório geral 2017**. Publicado em janeiro de 2020.

ARANTES, Otília; VAINER, Carlos; MARICATO, Ermínia. **A cidade do pensamento único**. 3 ed. Petrópolis, 2002.

ARAÚJO, Rogério Palhares Zschaber de; CAMPANTE, Ana Lúcia Goyatá. **Estudo de Impacto de Vizinhança: questões e desafios de sua implementação**: Reflexões a partir da experiência de Belo Horizonte. XVII ENANPUR – Sessão temática 4: meio ambiente e políticas públicas. São Paulo, 2017.

ARCHDAILY (OVERSTREET, Kaley). **Uma utopia para pedestres: a "cidade de 15 minutos"**. 23 Jan 2021. ArchDaily Brasil. (Trad. Bisineli, Rafaella). ISSN 0719-8906. Acessado Jan 2022. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/955271/uma-utopia-para-pedestres-a-cidades-de-15-minutos>>

ARRAIS, Tadeu Alencar; CASTILHO, Denis; NETO, Onofre Pereira Aurélio. Integração nacional e fragmentação regional: o sentido territorial da BR-153 no centro-norte brasileiro. **GEOgraphia**, ano 18, nº 36. 2016.

BACELLAR, Geisa Beyer. **Estudo de impacto de vizinhança e avaliação ambiental urbana: o caso de salvador**. Dissertação de Mestrado em curso de Desenvolvimento Urbano da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2016.

BAKER, Kirk R.; AMEND, Meredith; PENN, Stefani; BANKERT, Joshua; SIMON, Heather; CHAN, Elizabeth; FANN, Neal; ZAWACKI, Margaret; DAVIDSON, Ken; ROMAN, Henry. A database for evaluating the InMAP, APEEP, and EASIUR reduced complexity air-quality modeling tools. **Data in brief 28 (ELSEVIER)**. EUA, 2020.

BANISTER, D. Cities mobility and climate change. **Journal of Transport Geography**. 2011; 19: 1538–1546.

BEAUJEU-GARNIER, Jacqueline. A planta e a extensão urbana. Geografia Urbana, Fundação Gulbenkian. Lisboa, 1980.

BERNARDES, Genilda D'arc; JÚNIOR, Ademar Azevedo Soares. Condomínios horizontais fechados: reflexão sobre a configuração do espaço intrametropolitano de Goiânia. **Revista Sociedade e Cultura**, v. 10, nº 02, 2007.

BERTALANFFY. V. L. **Teoria Geral dos Sistemas**. Petrópolis: Vozes, 1975.

BRASIL. **Lei nº 5.917 de 10 de setembro de 1973**. Aprova o Plano Nacional de Viação e dá outras providências. DOU de 12.9.1973 e retificado em 11.12.1973. Brasília, 1973.

BRASIL. **Lei nº 6.261, de 14 de novembro de 1975**. Dispõe sobre o Sistema Nacional dos Transportes Urbanos, autoriza a criação da Empresa Brasileira dos Transportes Urbanos e dá outras providências. DOU de 17.10.1975, Brasília, 1975.

BRASIL. **Lei nº 6.766 de 19 de dezembro de 1979**. Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras Providências. DOU de 20.12.1979. Brasília, 1979.

BRASIL. **Resolução CONAMA nº 001 de 23 de janeiro de 1986**. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. DOU de 17.02.1986, sessão 1, páginas 2548-2549. Brasília, 1986

BRASIL. **Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997 (Código de Trânsito Brasileiro)**. Institui o Código de Trânsito Brasileiro. DOU de 24.9.1997 e retificado em 25.9.1997. Brasília, 23 de setembro de 1997.

BRASIL. **Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001 (Estatuto da Cidade)**: regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. DF, 2001.

BRASIL. **Lei nº 12.587, de 3 de janeiro de 2012**. Institui as diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana e dá outras providências. Diário Oficial [da] União, Brasília, DF, 4 jan. 2012. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/ato20112014/2012/lei/12587.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato20112014/2012/lei/12587.htm). Acessado em junho de 2020.

BRASIL. **Lei nº 13.089, de 12 de janeiro de 2015**. Institui o Estatuto da Metrópole, altera a Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 2015.

BRASIL. Ministério da Infraestrutura. **Transportes no Brasil: síntese histórica**. Atualizado em 2016. Disponível em: <http://canaldoservidor.infraestrutura.gov.br/conteudo/136-transportes-no-brasil-sintese-historica.html>. Acessado em: ago 2020.

BRITO, Lorena Cavalcante. **A expansão urbana de Goiânia e instrumentos de gestão: um enfoque sobre a região sudeste**. 2015. Dissertação (Mestrado em Projeto e Cidade), Faculdade de Artes Visuais, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015.

BRITO, Lorena Cavalcante; KNEIB, Erika Cristine. **Impactos de áreas de expansão urbana na mobilidade e acessibilidade**: a região sudoeste de Goiânia. In: KNEIB, Erika Cristine (Org.). Projeto e cidade: mobilidade e acessibilidade em Goiânia. Goiânia: Editora UFG, 2016. p. 95-112.

CAPILLÉ, Cauê Costa; WOPEREIS, Brunna; MATTOS, Vinícius. Projeções urbanas - o arco metropolitano do Rio de Janeiro. XIV Encontro Nacional da ANPUR. Rio de Janeiro, 2011.

CAPRA, Fritjof. **As Conexões ocultas: ciência para uma vida sustentável**. 1ª ed., Cultrix: São Paulo, 2002.

CAPRA, Fritjof. **A Teia da Vida: uma nova compreensão científica dos sistemas vivos**. Editora Cultrix: São Paulo, 2012.

CASTILHO, Dênis. **Modernização territorial e redes técnicas em Goiás**. 2014. Tese (Doutorado em Geografia), Instituto de Estudos Socioambientais, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2014.

CONZEN, Michael. **How growing cities internalize their old urban fringes: a cross-cultural comparison**. In: international seminar on urban form, Artimino Proceedings... Artimino: ISUF, 2008. Disponível em [https://www.researchgate.net/publication/286037516\\_How\\_cities\\_internalize\\_their\\_former\\_urban\\_fringes\\_A\\_cross-cultural\\_comparison](https://www.researchgate.net/publication/286037516_How_cities_internalize_their_former_urban_fringes_A_cross-cultural_comparison). Acessado em out/2020.

CUNHA, Regina Fátima de Faria. **Uma sistemática de avaliação e aprovação de projetos de polos geradores de viagens (PGV'S)**. Dissertação de Mestrado do curso de Engenharia de Transportes do Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia (COPPE). Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2009.

DALCIN, Guilherme Kruger; SILVA, André de Souza. **Simulando Cenários Urbanos Futuros: modelagem de dinâmicas do uso do solo como suporte ao planejamento urbano**. XVIII ENANPUR. Natal, 2019.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM (DNER). **Glossário de termos técnicos rodoviários**. Rio de Janeiro, 1997. 296 p. (IPR. Publ., 700).

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE (DNIT). **Criação e cadastro de anel ou contorno rodoviário**. Norma 003/2002, 2002.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE (DNIT). **Manual de estudos de tráfego**. Publicação IPR-723. Rio de Janeiro, 2006. 384p.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURAS DE TRANSPORTE (DNIT). **Glossário de termos técnicos rodoviários**. 2. ed. – Rio de Janeiro, 2017. 324p. (IPR Publ. 700).

DIÁRIO DE GOIÁS. **Iris lança campanha para desviar BR-153 da área urbana de Goiânia**. Sessão "Cidades", 2019. Disponível em: <https://diariodegoias.com.br/iris-lanca-campanha-para-desviar-br-153-da-area-urbana-de-goiania/>. Acessado em: ago 2020.

DINIZ, Luciano dos Santos; VÉRAS, Maura Pardini Bicudo. Belo horizonte/MG: práticas de desenvolvimento do vetor norte Metropolitano. 2017. **Geo UERJ**, n° 30, Rio de Janeiro, p. 169-195.

DOLCI, Pietro Cunha; BERGAMASCHI, Eloisio Andrey; VARGAS, Lilia Maria. **Um Mapa Conceitual sobre Pensamento Sistêmico: seus conceitos e autores**. XXV Simpósio de Gestão da Inovação Tecnológica. ANPAD. Brasília, 2008.

ESTADÃO. **Plano de Mobilidade Urbana em sintonia com o desenvolvimento da cidade**. Sessão Mobilidade para quê? 07 de set/2021. Disponível em:

<https://mobilidade.estadao.com.br/mobilidade-para-que/plano-de-mobilidade-urbana-em-sintonia-com-o-desenvolvimento-da-cidade/>. Acessado em: jan/2021.

EUROPEAN COMMISSION. **Sustainable Urban Mobility: European policy, practice and solution**. 2017. Disponível em <https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/2017-sustainable-urban-mobilityeuropean-policy-practice-and-solutions.pdf>. Acessado em julho de 2020.

FABIANO, Maria Lucia Alves. **Uma análise dos impactos socioeconômicos e ambientais do Rodoanel Mário Covas em São Paulo numa visão sobre o planejamento em infraestrutura de transportes**. 2014. Dissertação (Mestrado em Economia Política), Programa de Estudos Pós-Graduados em Economia Política, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2014.

FAPESP. Indicadores de ciência, tecnologia e inovação em São Paulo. Volume 1, Capítulo 4, página 16. São Paulo, 2010. Disponível em: <https://fapesp.br/indicadores2010>.

FEARNSIDE, Philip M.; GRAÇA, Paulo Maurício Lima de Alencastro. Br-319: a rodovia Manaus-Porto Velho e o impacto potencial de conectar o arco de desmatamento à Amazônia central. **Novos cadernos NAEA (UFPA)**. v. 12, n. 1, p. 19-50, 2009.

FELTRAN, Fernanda Rodrigues. Instrumentos de efetivação do direito à cidade: a lei 12.587/2012 - política nacional de mobilidade urbana como instrumento de efetivação do direito à cidade. **Revista Direito & Dialogicidade** - Crato, CE, vol. 7, n.1, jan./jun. 2016, p. 86 – 104.

FERREIRA, José Bento. Rodoanel, anel viário ou avenidas perimetrais? **Revista LABVERDE**, São Paulo, nº 8, artigo nº 02, p. 31-45, junho/2014.

FREIRE, Gerson José de Mattos. **O Estudo de Impacto de Vizinhança (EIV) e seu potencial como ferramenta de planejamento**. 2015. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo), Escola de Arquitetura, Universidade Federal de Minas Gerais, 2015.

FONTOURA, Wlisses Bonelá. **Uma estrutura para avaliar os impactos dinâmicos da política nacional de mobilidade urbana em sistemas socioeconômicos de transporte**. Dissertação de Mestrado do curso de Engenharia de Transportes do Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia (COPPE). Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2019.

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS (FGV). Centro de Pesquisa e Documentação de História Contemporânea do Brasil (CPDOC). **A Era Vargas: dos anos 20 a 1945**. Washington Luís. 2001. Disponível em: [https://cpdoc.fgv.br/producao/dossies/AEraVargas1/biografias/washington\\_luis](https://cpdoc.fgv.br/producao/dossies/AEraVargas1/biografias/washington_luis), acessado em: ago 2020.

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS (FGV). **Relação entre o transporte rodoviário de carga e PIB pode chegar a 29%, segundo cálculos da FGV**. Sessão Economia, 11 de Mai 2020. Disponível em: <https://portal.fgv.br/noticias/relacao-entre-transporte-rodoviario-carga-e-pib-pode-chegar-29-segundo-calculos-fgv>. Acessado em: ago 2020.

GEHL, Jan. **Cidade para pessoas**. 1ª ed., Perspectiva: São Paulo, 2015.

GONZAGA, Ana Stéfany da Silva. **Transporte público coletivo e acessibilidade na Região Metropolitana de Goiânia: um panorama da dinâmica metropolitana a partir de**

indicadores. 2017. 166 f. Dissertação de Mestrado (Arquitetura e Urbanismo). Universidade Federal de Goiás. Goiânia.

GOVERNO DE APARECIDA DE GOIÂNIA. **Plano Diretor Aparecida de Goiânia – desenvolvimento para o futuro: Diagnóstico**. SEPLAN (Secretaria de Planejamento)/Ambiens Corporativa. Aparecida de Goiânia, julho de 2014.

GOVERNO DE APARECIDA DE GOIÂNIA. **Lei Complementar nº. 124, de 14 de dezembro de 2016**. Institui o Plano Diretor e estabelece princípios, políticas, estratégias e instrumentos para o desenvolvimento municipal. 2016.

GOVERNO DE BELO HORIZONTE (GBH). **Pesquisa origem e destino 2011-2012**; Relatório completo pesquisa OD 2012. Governo do Estado de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

GOVERNO DE GOIÂNIA. **Lei Complementar nº. 171, de 29 de maio de 2007**. Institui o Plano Diretor Participativo de Goiânia. 2007.

GOVERNO DE GOIÁS. **Diagnóstico do Plano de Desenvolvimento Integrado da Região Metropolitana de Goiânia (PDIRMG)**. UFG/SECIMA. Goiás, 2017.

GOVERNO DE GOIÁS (GOIÁS) /Basitec/ DNIT. Estudos de Tráfego: Contorno Noroeste. Outubro de 2010.

GOVERNO DE GOIÁS (Goiás) – GOINFRA. **Goinfra recebe técnicos do Ministério da Infraestrutura e do BNDES para debater novo traçado do Anel Viário de Goiânia**. Sessão Notícias, 15 de set/2021. Disponível em: <http://www.goinfra.go.gov.br/noticias/goinfra-recebe-tecnicos-do-ministerio-da-infraestrutura-e-do-bndes-para-debater-novo-tracado-do-anel-viario-de-goiania/213675>. Acessado em: jan/2021.

GOVERNO DE SÃO PAULO (FESPSP/DERSA). **Relatório de Impacto Ambiental – RIMA: Programa Rodoanel Mário Covas, Trecho Sul Modificado**. São Paulo, 2004.

GOVERNO DE SÃO PAULO (GSP). **Plano de desenvolvimento urbano integrado: região metropolitana de São Paulo – caderno de propostas**. CDRMSP: São Paulo, 2019.

GOVERNO DE SENADOR CANEDO. **Lei Complementar nº. 2.312, de 06 de fevereiro de 2020**. Aprova o Plano Diretor do município de Senador Canedo e dá outras providências. 2020.

GOVERNO DO DISTRITO FEDERAL. **Relatório do comitê de revisão: plano diretor de transporte urbano e mobilidade do Distrito Federal e entorno – PDTU/DF**. Brasília, 2014.

GOVERNO DO RIO DE JANEIRO (DER-RJ/CONCREMAT/TECNOSOLO). **Estudo de Impacto Ambiental – Projeto de Implantação do Arco Metropolitano do Rio de Janeiro (BR-493/RJ-109)**. Firjan. Rio de Janeiro, junho de 2007. Disponível em: <https://www.yumpu.com/pt/document/view/14894880/arco-metropolitano-br-493-rj-109-firjan>. Acessado em Jan 2022.

GUNN, Philip, CORREIA, Telma de Barros. **O urbanismo: a medicina e a biologia nas palavras e imagens da cidade**. In: BRESCIANI, Stella (Org.). Palavras da cidade. Porto Alegre: Ed.UFRGS, 2001, p.227-260

HERCE, Manuel. Sobre la movilidad en la ciudad: propuestas para recuperar un derecho ciudadano. **Reverté**: Barcelona; 2009: 328.

HOSHINO, Thiago de Azevedo Pinheiro; WUTRICH, Fabiana; JACOBOWSKI, Alessandra; FAGGION, Arthur; BECHER, Jonatas; AULER, Mariana Marques. **Do Estudo de Impacto de Vizinhança e de sua impostergável regulamentação e implementação no Município de Curitiba**: análise comparativa e recomendações. Projeto cidade em debate – Nota técnica Ministério Público do Paraná. Curitiba, 2014.

IACOVINI, Rodrigo Faria Gonçalves. **Rodoanel Mário Covas: atores, arenas e processos**. 2013. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo), Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Estimativas da população residente no Brasil e unidades da federação com data de referência em 1º de julho de 2020**. Rio de Janeiro: IBGE, 2020. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=2101747> Acessado em: ago 2020.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA – IPEA. **40 anos de regiões metropolitanas no Brasil**. Org.: COSTA, Marco Aurélio; TSUKUMO, Isadora Tami Lemos. Brasília: IPEA, 2013. 336 p.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA – IPEA. **Governança metropolitana no Brasil**: relatório de pesquisa (Região Metropolitana de Goiânia). 2015.

INSTITUTO DE POLÍTICAS DE TRANSPORTE E DESENVOLVIMENTO (ITDP). **Enquanto os impactos do novo coronavírus aumentam, a micromobilidade preenche espaços**. 01 de Abr de 2020. Disponível em: <https://itdpbrasil.org/enquanto-os-impactos-do-novo-coronavirus-aumentam-a-micromobilidade-preenche-espacos/>. Acessado em set. 2020.

JACOBS, Jane. **Morte e vida de grandes cidades**. São Paulo: WMFMartins Fontes, 2014.

JACQUES, Paola Berenstein; PEREIRA, Margareth da Silva. **Nebulosas do pensamento urbanístico**. Tomo I: modos de pensar. Salvador: EDUFBA, 2018.

KASPER, Humberto. **O processo de pensamento sistêmico**: um estudo das principais abordagens a partir de um quadro de referência proposto. Dissertação de mestrado. 2000. 291p. Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.

KNEIB, Erika Cristine. **Subcentros urbanos**: contribuição conceitual e metodológica à sua definição e identificação para planejamento de transportes. Tese de Doutorado. 2008. Brasília, DF, Universidade de Brasília.

KNEIB, Erika Cristine. Mobilidade urbana e qualidade de vida: do panorama geral ao caso de Goiânia. **Revista UFG** (Dossiê mobilidade), ano XIII, nº 12, 2012.

KNEIB, Erika; NETO, Wilson. Mobilidade e planejamento urbano no Brasil: o caso da Região Metropolitana de Goiânia. **CEGOT (Centro de Estudos de Geografia e Ordenamento do Território)**, nº 15, 2018.

LABORATÓRIO DE HABITAÇÃO E ASSENTAMENTOS HUMANOS FAU-USP (LABHAB). **Estudo preliminar: impactos urbanísticos do trecho Oeste do rodoanel Mário Covas**. São Paulo, 2005.

LEME, Maria Cristina Silva. **Revisão do Plano de Avenidas**: um estudo sobre planejamento urbano, 1930. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo), Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1990.

LENCIONI, Sandra. **Reestruturação urbano-industrial no Estado de São Paulo: a região da metrópole desconcentrada**. In: SANTOS, M. SOUZA, M. A. A. SILVEIRA, M. L. (Orgs). Território – Globalização e Fragmentação. São Paulo: Hucitec/Anpur, 1998, p. 198-212.

LIMONAD, Ester. Urbanização dispersa mais uma forma de expressão urbana? **Revista Formação**, nº 14, Vol. 1, UNESP, São Paulo, 2006, p. 31-45.

LITMAN, T. **Win-win transportation solutions**. Victoria Transport Policy Institute. 2008; 35. 2008.

LITMAN, Todd. **Well Measured**: Developing Indicators for Sustainable and Livable Transport Planning. Victoria, Canadá: Victoria Transport Policy Institute, 2021. Acessado em: ago 2020. Disponível em: <https://www.vtpi.org/wellmeas.pdf>.

LONGHITANO, George Alfredo. **VANTS para Sensoriamento remoto**: aplicabilidade na avaliação e monitoramento de impactos ambientais causados por acidentes com cargas perigosas. Dissertação de Mestrado do curso de Engenharia de Transportes. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2010.

LUCCHESI, Maria Cecília. O planejamento urban de Londres (1943-1947). **Risco. (IAU-USP)**. Artigos e ensaios, 151[2012]. São Paulo, 2012.

LYNCH, Kevin. **A boa forma da cidade**. Edições 70, 2007. 448 p.  
MACEDO, Márcia Helena; SILVA, Antônio Néelson Rodrigues da; COSTA, Marcela da Silva. **Abordagem sistêmica da mobilidade urbana**: reflexões sobre o conceito e suas implicações. São Carlos: STT/CETEPE/EESC/USP, 2008.

MACIEL, Jussara Socorro Cury. **Estudo de viabilidade ambiental de estradas vicinais no Amazonas**. Tese de Doutorado do curso de Engenharia de Transportes do Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia (COPPE). Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2008.

MACIEL, Vladimir Fernandes. **Dando voltas: efeitos econômicos da implantação de uma nova Rodovia** – o caso do rodoanel metropolitano de São Paulo. 2011. Tese (Doutorado em Administração Pública e Governo), Escola de Administração de Empresas, Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 2011.

MAIA, Francisco Prestes. **Plano de Avenidas**. São Paulo: Melhoramentos, 1930.

MAIA, Andrei Giovani; PIRES, Paulo dos Santos. Uma compreensão da sustentabilidade por meio dos níveis de complexidade das decisões organizacionais. **RAM Revista de Administração Mackenzie**. V. 12, N. 3, Edição Especial. São Paulo, 2011.

MASSON, Michel. Guerra dos Lugares: **A colonização da terra e da moradia na era das finanças (resenha)**. **Prumo** (Revista online do Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Pontifícia Universidade Católica - Puc-Rio), Ano III, nº III, Rio de Janeiro, 2016. ISSN 2446-7340.

MELLO, Andrea Justino Ribeiro. **A acessibilidade ao emprego e sua relação com a mobilidade e o desenvolvimento sustentáveis**: o caso da região metropolitana do Rio de



Janeiro. 2015. Tese (Doutorado em Engenharia de Transportes), Programa de Pós-graduação em Engenharia de Transportes, COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

MESSIAS, Fernanda Bocorny. **O pentagrama da sustentabilidade na visão da economia criativa** - um estudo da Economia Criativa na Austrália, Reino Unido, Argentina, Colômbia e Brasil. 2017. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável), Centro de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília, 2017.

MINISTÉRIO DAS CIDADES (MCidades). **PlanMob: Caderno de Referência para Elaboração de Plano de Mobilidade Urbana**. Brasília: Ministério das Cidades, 2015.

MINISTÉRIO DAS CIDADES (MCidades). **Estudo de Impacto de Vizinhança: Caderno Técnico de Regulamentação e Implementação**. Brasília: Universidade de Brasília, 2016.

MONTE-MÓR, Roberto Luís. O que é urbano no mundo contemporâneo. **Revista paranaense de desenvolvimento**, n.111, p.09-18, Curitiba jul/dez 2006.

MOYSÉS, Aristides (Org.). **Cidade, segregação urbana e planejamento**. Goiânia: Editora da UCG, 2005. 362p.

MUMFORD, Lewis. **A cidade na história: suas origens, transformações e perspectivas**. Trad. Neil R. Silva. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

NACIFF, Yordana Dias das Neves. **A estrutura espacial e sua relação com o espraiamento, mobilidade e segregação urbana**: um estudo aplicado à região metropolitana de Goiânia. 2020. Dissertação (Mestrado em Projeto e Cidade), Faculdade de Artes Visuais, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2020.

NETO, Thiago Oliveira; NOGUEIRA, Ricardo José Batista. Geopolítica e rodovias na Amazônia: um debate necessário. **Revista de Geopolítica**, v. 6, n° 2, p. 166 a 186. Jul/dez. de 2015.

OJIMA, Ricardo. **Dimensões da urbanização dispersa e proposta metodológica para estudos comparativos**: uma abordagem socioespacial em aglomerações urbanas brasileiras. *Revista Brasileira de Estudos de População*. São Paulo, v. 24, n.2. p. 277-300, jul/dez. 2007.

OLIVEIRA, Josildete Pereira de. Cidade e meio ambiente sob um enfoque sistêmico. **Turismo – visão e ação**, V. 1, n° 1, p.45-59. Camboriú – SC. Jan a Jun/1998.

OLIVEIRA, Josildete Pereira de; PORTELA, Lara Oliveira Viana. **A cidade como um sistema**: reflexões sobre a teoria geral de sistemas aplicada à análise urbana. *Perspectivas Contemporâneas*, Campo Mourão, v. 1, n. 2, p. 164-182, nov./maio 2006.

OLIVEIRA, Anna Luiza Ferrari; CAVALCANTE, Francielle Silva; MIOTO, Camila Leonardo. Análise da qualidade dos relatórios de impacto ambiental (RIMA) das obras de duplicação de rodovias brasileiras. **Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental (RGeSA)**, v. 8, n° 3, p. 115 a 140. Jul/set 2019.

ONU (UN). Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future. 1987. Disponível em: <https://digitallibrary.un.org/record/139811#record-files-collapse-header>. Acessado em dez. 2021.

ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. 2015.

O POPULAR. **Interesse e curiosidade por obra: proprietários e funcionários de áreas que deverão ser desapropriadas ainda não foram notificados**. Goiânia, 22 set. 2014. Sessão “Nova BR-153, página 5”. Disponível em: [https://secom.ufg.br/up/84/o/Interesse\\_e\\_curiosidade\\_por\\_obra\\_\(pdf\).pdf?14115006](https://secom.ufg.br/up/84/o/Interesse_e_curiosidade_por_obra_(pdf).pdf?14115006) 79. Acessado em: 20 fev 2019.

PESAVENTO, Sandra Jatahy. Muito além do espaço: por uma história cultural do urbano. **Estudos Históricos**, Rio de Janeiro, v.8, n.16, p.279-290, 1995.

PESAVENTO, Sandra Jatahy. (1999). **O imaginário da cidade: visões literárias do urbano**, Paris, Rio de Janeiro, Porto Alegre. Porto Alegre: Editora da Universidade/UFRGS.

PORTUGAL, Licínio da Silva; MELLO, Andréa Justino Ribeiro. **Um panorama inicial sobre transporte, mobilidade, acessibilidade e desenvolvimento urbano**. In: PORTUGAL, Licínio da Silva (Org.). Transporte, mobilidade e desenvolvimento urbano. 1 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2017. p. 1-17.

PORTUGAL, Licínio da Silva; MELLO, Andréa Justino Ribeiro; LIMA, Gregório Costa Luz de Souza; LEMOS, Diana Scabelo da Costa Pereira da Silva. Planejamento estratégico da mobilidade urbana sustentável: um procedimento simples baseado em três etapas. **Revista dos Transportes Públicos – ANTP**. Ano 41, 2º quadrimestre. 2019. São Paulo.

POSSAMAI, Zita Rosane. Metáforas visuais da cidade. **URBANA, Dossiê: Cidade, Imagem, História e Interdisciplinaridade**. CIEC/UNICAMP. Ano 2, nº 2. Campinas, 2007.

PINTO, Antônio Francisco Corrêa. **A implantação de contornos rodoviários e as transformações da forma urbana de pequenas cidades: estudo de caso da rodovia rs-377 em São Francisco de Assis e Santiago, RS**. 2012. Dissertação (Mestrado em Planejamento Urbano e Regional), Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

PIRES, Ana Carolina Fernandes. **Impactos do espraiamento urbano e relações metropolitanas no sistema de transporte coletivo – estudo de caso na Região Metropolitana de Goiânia**. 2018. 220 f. Dissertação de Mestrado (Arquitetura e Urbanismo). Universidade Federal de Goiás. Goiânia.

PROFETA, K.; FERNANDES, S.; CARNEIRO, V. Análise da preservação ambiental e inserção urbana do córrego barreiro em Goiânia-GO. **Revista Percursos**, v. 9, n. 2, p. 67- 83, Maringá-PR, 2017.

REGO, Andrea Queiroz. **O arco metropolitano e prospecções sobre as centralidades urbanas da região metropolitana do Estado do Rio de Janeiro**. XIV Encontro Nacional da ANPUR. Rio de Janeiro, 2011.

REGO, Renato Leão; MENEGUETTI, Karin Schwabe. A respeito de morfologia urbana. Tópicos básicos para estudos da forma da cidade. **Acta Scientiarum. Technology**, v. 33 n. 2, p. 123-127, Maringá, 2011.

REIS, Nestor Goulart. **Notas sobre urbanização dispersa e novas formas de tecido urbano**. São Paulo. Via das artes, p. 1-201, 2006.

REIS, Nestor Goulart; BENTES, Júlio Cláudio da Gama. **Sobre dispersão urbana – novos estudos, diálogos e desafios**. XVII ENANPUR, sessão livre, São Paulo, 2017.

RODRIGUE, Jean-Paul; COMTOIS, Claude; SLACK, Brian. **The Geography of Transport Systems**. Hofstra University, Department of Global Studies & Geography, 2010.

RODRIGUE, Jean-Paul; COMTOIS, Claude; SLACK, Brian. **The Geography of Transport Systems**. 3ed. New York: Routledge, 2013. 411 p. Disponível em: <http://www.regscience.hu:88/record/367/files/DEMO-BOOK-2017-004.pdf>. Acesso em: novembro/2018.

ROLNIK, Raquel. **O que é a cidade**. São Paulo: Editora brasiliense, 1995

ROLNIK, Raquel. **Guerra dos lugares: A colonização da terra e da moradia na era das finanças**. São Paulo: Boitempo, 2015. 424 p. ISBN: 9788575596685

RUBIM, B; LEITÃO, S. O Plano de Mobilidade Urbana e o futuro das cidades. **Revista Estudos Avançados**, vol.27 no.79. São Paulo, 2013.

SACHS, I. **Estratégias de transição para o século XXI – desenvolvimento e meio ambiente**. Studio Nobel/FUNDAP. São Paulo, 1993, 103 p.

SAMPAIO, Daniel Martins; ELMIRO, Marcos Antônio Timbó; NÓBREGA, Rodrigo Affonso de Albuquerque. Modelagem da dinâmica da expansão urbana no Vetor Norte da Região Metropolitana de Belo Horizonte e análises sobre as novas infraestruturas viárias previstas até 2031. **Geografias Artigos Científicos**, Vol. 10, nº 02, Belo Horizonte, dez/2014.

SANTOS, Milton. **A natureza do Espaço: Tempo e Técnica, Razão e Emoção**. São Paulo: Edusp, 2006.

SANTOS, Milton; SILVEIRA, María Laura. **O Brasil, território e sociedade no início do século XXI**. 9ª ed., São Paulo: Rio de Janeiro: Editora Record, 2006.

SARDINHA, Tony-Berber. Como encontrar as palavras-chave mais importantes de um corpus com WordSmith tools. **D.E.L.T.A. (Documentação e Estudos em Linguística Teórica e Aplicada)**, 21:2, São Paulo, 2005.

SCHVARSBURG, Benny; KALLAS, Luana. **O EIV PÓS-ESTATUTO DA CIDADE: Dilemas da implementação e boas práticas**. 3º Seminário Nacional Habitar: Habitação e Desenvolvimento Sustentável. Belo Horizonte, 2016.

SILVA JR., Sílvia Barbosa da; FERREIRA, Marcos Antônio Garcia. Rodovias em áreas urbanizadas e seus impactos na percepção dos pedestres. **Revista Sociedade e Natureza**, vol. 20, 2008.

SIMMEL, Georg. **A metrópole e a vida mental**. In: VELHO, Otávio Guilherme (Org.). **O Fenômeno Urbano**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1973. (p.11-25).

SMALL, K.; VERHOEF, E. T. **The Economics of Urban Transportation**. New York: Routledge, 2007.

SOUZA, Ticianne Ribeiro de. **O papel da ideologia na expansão urbana: a questão econômica e os impactos socioambientais do Arco Metropolitano do Rio de Janeiro**. 2015. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo), Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

SPOSITO, Maria Encarnação Beltrão. **A urbanização da sociedade: reflexões para um debate sobre as novas formas espaciais.** In: O espaço no fim do século – a nova raridade. São Paulo: Contexto, 2001, p.83-99.

SPOSITO, Maria Encarnação Beltrão. **O chão em pedaços: urbanização, economia e cidades no Estado de São Paulo.** 2004. 508 f. Tese (Livre Docência) - Unesp, Presidente Prudente, 2004.

STERMAN, JHON. **Bussiness Dynamics: System Thinking and Modelling for a Complex Word.** Irwin/McGraw-Hill, New York, USA, 2000.

TÂNGARI, Vera Regina; REGO, Andrea Queiroz; MONTEZUMA, Rita de Cássia Martins. **O Arco Metropolitano do Rio de Janeiro: integração e fragmentação da paisagem metropolitana e dos sistemas de espaços livres de edificação.** Rio de Janeiro: Coleção PROARQ (Pós-graduação em Arquitetura FAU/UFRJ), 2011. 277p.

USP (LASSU – Laboratório de Sustentabilidade). **Pilares da Sustentabilidade.** Disponível em: <http://www.lassu.usp.br/sustentabilidade/pilares-da-sustentabilidade/>. Acessado em jan de 2022. São Paulo, 2022.

VAINER, Carlos. Utopias Urbanas e o Desafio Democrático. in **Revista Paranaense de Desenvolvimento, no 105.** Curitiba: IPARDES, jul/dez 2003. p. 25-31.

VASCONCELLOS, Eduardo Alcântara de. **Transporte urbano dos países em desenvolvimento; reflexões e propostas.** São Paulo: Annablume, 2000. 285p.

VASQUES, Priscila Ceballos; AGUILERA, Vanderci de Andrade. **Léxico Histórico do português do Paraná: caminhos e perspectivas.** In: 62º Seminário do GEL, 2014. Anais do 62º Seminário do GEL.

VILLAÇA, Flávio. **Espaço intraurbano no Brasil.** 1 ed. São Paulo: Studio Nobel: FAPESP: Lincoln Institute, 2001. 373p

VILLADA, C. A. G; PORTUGAL, L. S.;. **Mobilidade sustentável e o desenvolvimento orientado ao transporte sustentável.** Anais do XXIX Congresso Nacional de Pesquisa em Transporte da ANPET. Ouro Preto, 2015, p. 2743 a 2754.

WORLD RESOURCES INSTITUTE (WRI). **Dots nos planos diretores: Guia para inclusão do Desenvolvimento Orientado ao Transporte Sustentável no planejamento urbano.** 1ª ed., Wcities.org, jan/2018. Disponível em: <https://wribrasil.org.br/pt/publicacoes/dots-nos-planos-diretores>. Acessado em set/2020.

WORLD RESOURCES INSTITUTE (WRI). **Como Londres usa taxas pelo uso das vias para combater a poluição do ar e a desigualdade.** Escrito em 03 de agosto de 2021. Disponível em: <https://wribrasil.org.br/pt/blog/cidades/como-londres-usa-taxas-pelo-uso-das-vias-para-combater-poluicao-do-ar-e-desigualdade>. Acessado em jan/2021.

XIANG, Jianbang; AUSTIN, Elena; GOULD, Timothy; LARSON, Timothy; SHIRAI, Jeffry; LIU, Yisi; MARSHALL, Julian; SETO, Edmund. Impacts of the COVID-19 responses on traffic-related air pollution in a Northwestern US city. **Science of the Total Environment.** EUA, 2020.

XU, Xin; ZHAO, Yuan; ZHANG, Xinlin; XIA, Siyou. Identifying the impacts of social, economic and environmental factors on population aging in the yangtze river delta using the geographical detector technique. **MDPI: Sustainability.** Vol. 10, 1528. China, 2018.

**ANEXO 1** – Metas do desenvolvimento sustentável ligadas aos transportes e categorizadas nas três dimensões habituais da ONU, com adição de uma categoria nova atribuída por Todd Litman (2008):

**Table ES-1 Sustainability Goals**

<b>Economic</b>	<b>Social</b>	<b>Environmental</b>
Economic productivity	<i>Equity / Fairness</i>	Climate change prevention and <i>mitigation</i>
<i>Local economic development</i>	<i>Safety and security</i>	<i>Air, noise and water pollution prevention</i>
Resource efficiency	<i>Community development</i>	Non-Renewable Resource Conservation
<i>Affordability</i>	<i>Cultural heritage preservation</i>	<i>Openspace preservation</i>
Operational efficiency	<i>Public fitness and health</i>	Biodiversity protection
<b>Good Governance and Planning</b>		
<i>Integrated, comprehensive and inclusive planning</i>		
Efficient pricing		

*Italics indicates livability objectives.*

Fonte: Todd Litman (2008).

## APÊNDICE 1A – Lista de documentos buscados na RSL em português

- Indexador utilizado: Google Acadêmico
- Recorte temporal: Primeiros 50 documentos da listagem (De 2002 a 2021: últimos 20 anos)
- Requisito principal: Documentos que possuam as palavras-chave procuradas no título.
- Excluídos: Citações, documentos repetidos, documentos com erro.
- Busca: “Impacto econômico de rodovias”; “Impacto social de rodovias”; “Impacto ambiental de rodovias”
- Legenda: “E”= documentos do tema dimensão econômica; “S”= documentos do tema dimensão social; “A”= documentos do tema dimensão ambiental.
- Obs. Legenda: documentos foram numerados segundo a denominação “E/S/A + número do documento” (E1 a E50; S1 a S50; A1 a A50)

D/Nº	Doc	Ano	Origem	Título	Autor(es)	Área correlata	Localidade (Região)
E1	Artigo	2009	Cadernos NAEA (UFPA)	Br-319: a rodovia Manaus-Porto Velho e o impacto potencial de conectar o arco de desmatamento à Amazônia central	Fearnside; Graça	Biologia e Sensor. Remoto	Norte
E2	Artigo	2017	Revista economia e Sociologia rural	Impacto da Implantação do Custo do Pedágio na BR-163 em Relação ao Transporte de Soja do Estado de MT	Torres et al.	Economia aplicada; economia rural	Centro-Oeste
E3	Excluído – outra dimensão de impacto observado						
E4	Artigo	2007	Revista Economia	O Impacto do Crescimento Econômico sobre as Rodovias de São Paulo	Ichihara	Transportes	Sudeste
E5	Artigo	2008	Revista economia e Sociologia rural	Impactos econômicos e ambientais decorrentes do estado de conservação das rodovias brasileiras	Bartholomeu; Filho	Economia aplicada	Centro-Oeste

E6	Dissertação		UnB	Análise do impacto das condições de rodovias pavimentadas na renovação da frota de transp. rodoviário de cargas	Pereira	Transportes; Eng. econômica	Brasil
E7	Excluído – outra dimensão de impacto observado						
E8	Não tem relação com a pesquisa						
E9	Artigo	2019	Texto para discussão (IPEA)	Estimativa do valor da vida e da economia de tempo em viagens nas rodovias brasileiras (pesquisa declarada)	Ferrari et al.	Economia aplicada	Brasil
E10	Não tem relação com a pesquisa						
E11	Tese	2011	UFRGS – Faculdade de economia	Ensaio em economia regional e urbana.	Amarante	Economia	Sul
E12	Não tem relação com a pesquisa						
E13	Excluído – outra dimensão de impacto observado						
E14	Não tem relação com a pesquisa						
E15	Artigo	2015	Revista de Geopolítica	Geopolítica e rodovias na Amazônia: um debate necessário	Neto e Nogueira	Geografia	Norte
E16	Excluído – material de interesse para metodologia						
E17	Não tem relação com a pesquisa						
E18	Não tem relação com a pesquisa						
E19	Tese	2006	USP	Infraestrutura de transporte e desenvolvimento regional: uma abordagem de equilíbrio geral inter-regional	Araújo	Economia Aplicada	Brasil
E20	Não tem relação com a pesquisa						
E21	Artigo	2019	Revista Meta:avaliação	Avaliação de impacto das concessões na redução de acidentes, feridos e mortos em rodovias federais do Distrito Federal e entorno	Oliveira et al.	Gestão/adm., economia, ecologia	Centro-Oeste
E22	Excluído – outra dimensão de impacto observado						

E23	TCC	2016	UnB	O impacto econômico das privatizações das rodovias brasileiras	Ferreira	Economia	Brasil
E24	Não tem relação com a pesquisa						
E25	Artigo	2008	MPRA – Minich Personal RePEc Archive	O impacto do crescimento econômico sobre as rodovias de São Paulo	Ichihara e Guilhoto	Engenharia de Transporte; economia	Sudeste
E26	Não tem relação com a pesquisa						
E27	Artigo repetido						
E28	Não tem relação com a pesquisa						
E29	Artigo	2004	Revista economiaA	A duplicação da rodovia Fernão Dias: uma análise de equilíbrio geral	Almeida	Economia; administração; sociologia	Sudeste
E30	Não tem relação com a pesquisa						
E31	Não tem relação com a pesquisa						
E32	TCC	2018	UnB	Avaliação do impacto dos contratos de desempenho na vida útil dos pavimentos das rodovias federais brasileiras	Marques	Engenharia Civil e Ambiental	Sul
E33	Não tem relação com a pesquisa						
E34	Excluído - erro no arquivo						
E35	Artigo	2019	Revista Interdisc. do Pensamento Científico	Viabilidade socioeconômica de rodovias	Vieira et al.	Eng. Civil; Plan. Urbano	Sudeste e sul
E36	Não tem relação com a pesquisa						
E37	Excluído – outra dimensão de impacto observado						
E38	Excluído – outra dimensão de impacto observado						
E39	TCC	2012	CEUB	Licitação sustentável: a utilização da licitação na correlação entre o impacto ambiental e a construção de rodovias no Brasil	Waldalen	Direito	Brasil
E40	Excluído – outra dimensão de impacto observado						
E41	TCC	2015	UFSC	O impacto da duplicação da rodovia	Marques	Economia;	Sul



				BR-101/SC – análise comparativa das microrregiões de Joinville e de Criciúma		Relações Internacionais	
E42	Não tem relação com a pesquisa						
E43	Tese	2006	USP	Quantificação dos impactos econômicos e ambientais decorrentes do estado de conservação das rodovias brasileiras	Bartholomeu	Economia aplicada	Centro-Oeste, nordeste e sudeste
E44	Não tem relação com a pesquisa						
E45	Não tem relação com a pesquisa						
E46	Não tem relação com a pesquisa						
E47	Artigo	2014	BDJur: Debates em Direito Público	Política de concessão de rodovias federais – Uma análise comparativa de modelos contratuais	Neves	Direito	Brasil
E48	Excluído – outra dimensão de impacto observado						
E49	Não tem relação com a pesquisa						
E50	Excluído – outra dimensão de impacto observado						

D/Nº	Doc	Ano	Instituição/ Nome	Título	Autor(es)	Área correlata ou do(s) autor(es)	Região estudada
S1	Excluído – outra dimensão de impacto observado						
S2	Excluído – outra dimensão de impacto observado						
S3	Excluído – outra dimensão de impacto observado						
S4	Relatório	2015	World Bank Group (Transport & ICT)	Avaliando os Impactos Sociais e Econômicos das Melhorias das Rodovias Rurais no Estado de Tocantins	limi et al.	Economia e transportes	Centro-Oeste
S5	Artigo	2008	Revista de Nutrição -	A rede de causalidade da insegurança alimentar e nutricional de comunidades	Oliveira e Silva et al.	Ciências da saúde	Norte

			21(Suplemento)	quilombolas com a construção da rodovia BR-163, Pará, Brasil			
S6	Dissertação	2017	PPG gestão social (UFBA)	“A estrada vai além do que se vê”: Uma análise sobre impactos sociais de concessões de rodovias	Mattei	Administração	Nordeste e sudeste
S7	Excluído – outra dimensão de impacto observado						
S8	Não tem relação com a pesquisa						
S9	Artigo	2013	Rev. Ciência & saúde coletiva (ABRASCO)	Uso de anfetaminas por motoristas de caminhão em rodovias do Estado de São Paulo	Takitane et al.	Medicina; Segurança pública; Farmácia.	Sudeste
S10	Excluído – outra dimensão de impacto observado						
S11	Excluído – material de interesse para metodologia						
S12	Excluído – outra dimensão de impacto observado						
S13	TCC	2015	UFPE	Impactos sociais da duplicação de uma rodovia em uma cidade de pequeno porte: o caso de Goianinha/RN	Tavares	Eng. Civil	Nordeste
S14	Excluído – material de interesse para metodologia						
S15	Artigo	2017	RPD: revistas produção e desenvolvimento (CEFET-RJ)	Impactos da duplicação de uma rodovia federal sobre a Mobilidade e a acessibilidade em uma pequena cidade Nordestina.	Andrade e Tavares	Gestão urbana; Planejamento urbano	Nordeste
S16	Artigo	2009	Revista Ciência e Saúde coletiva	Sequelas invisíveis dos acidentes de trânsito: o transtorno de estresse pós-traumático como problema de saúde pública	Cavalcante et al.	Sociologia; Saúde; Economia Aplicada e Plan. urbano	Brasil
S17	Artigo	2021	Psicologia: teoria e pesquisa	Habilidades cognitivas, endividamento, rodovias e seus impactos nos óbitos no trânsito	Mazei et al.	Psicologia social, organizacional e do trabalho	Brasil
S18	Ensaio	2013	ANPET	Análise multicritério para priorização de investimentos em rodovias: estudo de caso br-040, br-116 e br-381	Furtado e Barbosa	Geotecnia; Eng. de transportes	Sudeste

S19	Artigo	2017	Novos cadernos - NAEA	A construção da rodovia BR-153 na fronteira e urbanização da cidade de Araguaína, Tocantins	Santos	Geografia	Centro-Oeste
S20	Artigo	2015	Cadernos Saúde Pública	Uso exclusivo de álcool e em associação a outras drogas entre motoristas de caminhão que trafegam por rodovias do Estado de São Paulo, Brasil: um estudo transversal	Leopoldo et al.	Medicina; medicina do trabalho	Sudeste
S21	Excluído – outra dimensão de impacto observado						
S22	Excluído – outra dimensão de impacto observado						
S23	Artigo	2008	Texto para discussão - IPEA	Fatores condicionantes da gravidade dos acidentes de trânsito nas rodovias brasileiras	Lima et al.	Eng. transportes; Plan. urbano	Nordeste e sudeste
S24	Não tem relação com a pesquisa						
S25	Excluído – outra dimensão de impacto observado						
S26	Excluído – outra dimensão de impacto observado						
S27	Não tem relação com a pesquisa						
S28	Artigo	2014	Revista espinhaço	O espaço produzido e consumido pelas rodovias: o caso da duplicação da rodovia dos Tamoios – SP	Amorim e Melo	Gestão pública; Plan. urbano	Sudeste
S29	Não tem relação com a pesquisa						
S30	Não tem relação com a pesquisa						
S31	Excluído – outra dimensão de impacto observado						
S32	Relatório de pesquisa	2014	UFAM	A geopolítica rodoviária na Amazônia: BR-319	Neto e Nogueira	Geografia	Norte
S33	Artigo	2019	Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental	Análise da qualidade dos relatórios de impacto ambiental (RIMA) das obras de duplicação de rodovias brasileiras	Oliveira et al.	Eng. Civil; Eng. Ambiental	Centro-Oeste, nordeste, sudeste e sul
S34	Não tem relação com a pesquisa						
S35	Não tem relação com a pesquisa						
S36	Não tem relação com a pesquisa						

S37	Artigo	2015	Revista de Políticas Públicas (UFAM)	Qualidade da malha rodoviária, custos econômicos associados e determinantes dos acidentes de trânsito no Brasil	Silva et al.	Economia	Brasil
S38	Excluído – outra dimensão de impacto observado						
S39	Não tem relação com a pesquisa						
S40	Artigo	2016	Revista Eng. Sanit. Ambient.	Mapeamento de áreas de risco a escorregamentos e inundações em áreas marginais a rodovias na Região Metropolitana de São Paulo	Rodrigues e Listo	Eng. Ambiental e Sanitária; Geografia	Sudeste
S41	Dissertação	2003	UFRGS	RS-122 em Bom Princípio: duplicação ou contorno?	Souza	Geografia	Sul
S42	Artigo	2014	Revista Geonorte	Impactos da duplicação da rodovia LMG-06 nas encostas adjacentes e área de influência	Freitas dos Santos et al.	-	Sudeste
S43	Excluído – material repetido						
S44	Excluído – outra dimensão de impacto observado						
S45	Excluído – material de interesse para metodologia						
S46	Excluído – outra dimensão de impacto observado						
S47	Excluído – material de interesse para metodologia						
S48	Excluído – outra dimensão de impacto observado						
S49	Não tem relação com a pesquisa						
S50	Excluído – material de interesse para metodologia						

D/N°	Doc	Ano	Instituição/ Nome	Título	Autor(es)	Área correlata ou do(s) autor(es)	Região estudada
A1	Excluído - Erro de arquivo						
A2	Artigo	2008	Rev. Bras. Gestão e desenv. Regional (G&DR)	Análise da efetividade da Avaliação de Impactos Ambientais da rodovia SE 100/Sul-Sergipe	Omena e Santos.	Gestão ambiental; administração.	Nordeste
A3	Artigo	2008	Rev. economia e sociologia rural	Impactos econômicos e ambientais decorrentes do estado de conservação	Bartholomeu e Filho	Economia; administração;	Centro-Oeste e

				das rodovias brasileiras		sociologia	Sudeste
A4	Tese	2006	Escola Superior de Agricultura (USP)	Quantificação dos impactos econômicos e ambientais decorrentes do estado de conservação das rodovias brasileiras	Bartholomeu	Economia aplicada	Nacional
A5	Ensaio	2008	rodoviasverdes.ufsc.br (UFSC)	Impactos ambientais de rodovias	Coelho	-	Nacional
A6	Artigo	2017	Centro de estudo de geografia e ordenamento do território (CEGOT)	Avaliação de impactos ambientais de rodovias no Módulo II da Floresta Estadual do Amapá	Vilhena e Silva	Eng. Ambiental	Norte
A7	Artigo	2013	Ciência e Natura (UFMS)	Avaliação de Impactos Ambientais na Rodovia MG-010	Brito et al.	Meio ambiente e turismo	Sudeste
A8	Artigo	2011	Revista Verde de agroecologia e des. Sustentável (GVAA)	Identificação dos impactos ambientais relacionados à pavimentação da rodovia MG307 no município Grão Mogol - MG	Magalhães et al.	Eng. Ambiental; sensoriamento remoto	Sudeste
A9	Excluído – material de interesse para metodologia						
A10	Não tem relação com a pesquisa						
A11	Livro	2015	Editora: Oficina de textos	Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos	Sánchez	Planejamento e gestão ambiental	Nacional
A12	Não tem relação com a pesquisa						
A13	Não tem relação com a pesquisa						
A14	Excluído – material de interesse para metodologia						
A15	Artigo	2011	Revista Tópos (UNESP)	Impactos ambientais causados pela rodovia Arlindo Bettio (SP 613) no parque estadual do morro do diabo-SP	Freire et al.	Engenharia Ambiental	Sudeste
A16	Excluído – outra dimensão de impacto observado						
A17	Artigo	2013	Revista ciência e tecnologia (UNISAL)	Avaliação de impactos ambientais em projeto rodoviário urbano: estudo de caso Americana/SP	Silva e da Silva	Engenharia ambiental; engenharia	Sudeste

						agrônoma	
A18	Artigo	2016	Revista Biodiversidade brasileira	Os caminhos da conservação da biodiversidade brasileira frente aos impactos da infraestrutura viária	Bager et al.	Ecologia de estradas; Comunicação social	Nacional
A19	Artigo	2014	Revista técnico-científica do CREA-PR	Controle ambiental em rodovias	Muzzolon Jr.	Engenharia ambiental	Sul
A20	Não tem relação com a pesquisa						
A21	Dissertação	2010	USP	VANTs para sensoriamento remoto: aplicabilidade na avaliação e monitoramento de impactos ambientais	Longhitano	Engenharia de transportes; geoprocessamento	Sudeste
A22	Não tem relação com a pesquisa						
A23	Não tem relação com a pesquisa						
A24	Artigo	2009	Novos Cadernos NAEA	Br-319: a rodovia Manaus-Porto Velho e o impacto potencial de conectar o arco de desmatamento à Amazônia central	Fearnside e Graça	Ciências biológicas; sensoriamento remoto	Norte
A25	TCC	2012	UFRGS	A mitigação dos impactos de rodovias sobre a fauna: um guia de procedimentos para tomada de decisão	Lauxen	Ciências biológicas	-
A26	Artigo	2016	Revista Engenharia sanitária e ambiental	Mapeamento de áreas de risco a escorregamentos e inundações em áreas marginais a rodovias na Região Metropolitana de São Paulo	Rodrigues e Listo	Engenharia ambiental e sanitária; Geografia	Sudeste
A27	Excluído – material de interesse para metodologia						
A28	Não tem relação com a pesquisa						
A29	Artigo	2019	Revista Research, Society and Development	Impactos ambientais gerados pela construção e operação de rodovias	Salomão et al.	-	Sudeste
A30	Excluído – material de interesse para metodologia						

A31	TCC	2012	UFRGS	Avaliações de impacto ambiental de rodovias: as perguntas estão sendo respondidas?	Gonçalves	Ciências biológicas	Nacional
A32	Dissertação	2002	UFPR	O ruído gerado pelo tráfego de veículos em "rodovias-grandes avenidas" situadas dentro do perímetro urbano de Curitiba	Calixto	Engenharia mecânica	Sul
A33	Não tem relação com a pesquisa						
A34	Não tem relação com a pesquisa						
A35	TCC	2015	UNESP	Estudos de Impactos Ambientais nas rodovias do Estado de São Paulo: uma revisão crítica	Reis	Ciências biológicas	Sudeste
A36	Artigo	2019	Revista Internacional de Ciências	Avaliação de Impactos Ambientais da duplicação da BR 101 RJ/Norte, trecho compreendido entre KM 144,2 e 190,3	Gomes et al.	-	Sudeste
A37	Dissertação	2014	COPPE-UFRJ	Impactos ambientais em florestas tropicais - a estrada-parque, uma solução ecológica	Cunha	Engenharia de transportes	Norte
A38	TCC	2015	UFU	Impactos ambientais causados em obras de duplicação em rodovias	Neto	Engenharia civil	-
A39	Excluído – material de interesse para metodologia						
A40	Excluído – material de interesse para metodologia						
A41	Artigo	2012	Revista Biotemas	Mamíferos silvestres atropelados na rodovia rs-135 e entorno	Hegel et al.	Ciências biológicas; ecologia	Sul
A42	Não tem relação com a pesquisa						
A43	Excluído - material repetido						
A44	Não tem relação com a pesquisa						
A45	Excluído - material repetido						
A46	Anais de congresso	2018	CONTECC	Impactos ambientais decorrentes em rodovias: proposta de análise na duplicação AL-145 no município Delmiro Gouveia	Passos et al.	Engenharia civil	Nordeste

A47	Não tem relação com a pesquisa						
A48	Artigo	2014	Revista GeoNorte	Movimento de massa e impactos ambientais na rodovia BR-319: entre o Distrito do Careiro da Várzea e Careiro/AM	Neto et al.	-	Norte
A49	Artigo	2019	Revista Geografia em atos (UNESP)	Impactos ambientais sobre a flora decorrentes da implantação de rodovias	Nora e Zequim	Geografia	Centro-Oeste
A50	Anais de congresso	2019	2° ConReSol	Análise dos impactos ambientais em uma rodovia – estudo de caso da PE- 063	Lins et al.	Sustentabilidade	Norte



## APÊNDICE 1B – Lista de documentos buscados na RSL em inglês

- Indexador utilizado: Scopus
- Recorte temporal: Primeiros 50 documentos da listagem (mais recentes: 2021 e 2020)
- Requisito principal: Documentos que possuam as palavras-chave procuradas no título.
- Excludentes: Citações, documentos repetidos, documentos com erro.
- Busca: “Impacto econômico de rodovias”; “Impacto social de rodovias”; “Impacto ambiental de rodovias”
- Legenda: “E”= documentos do tema dimensão econômica; “S”= documentos do tema dimensão social; “A”= documentos do tema dimensão ambiental.
- Obs. Legenda: documentos foram numerados segundo a denominação “E/S/A + número do documento” (E1 a E50; S1 a S50; A1 a A50)

Nº	Tipo de Doc	Ano	Origem	Título	Autor(es)	Área correlata	Localidade (Região)
E1	Artigo	2021	Journal of Transport and Health	Using floating bike data to determine cyclist exposure to poor air quality	Smith	Engenharia civil e ambiental	Dublin
E2	Não tem relação com a pesquisa						
E3	Artigo	2021	Journal of Urban and Regional Analysis	Qualitative study on the short-term economic impacts of the new bypass road on Tsimasham core area businesses, Chukha, Bhutan	Wangzom	Tecnologia	Butão
E4	Não tem relação com a pesquisa						
E5	Não tem relação com a pesquisa						
E6	Artigo	2020	Sustainability (Switzerland)	Towards local sustainability of mega infrastructure: Reviewing research on the new silk road	Thees	-	Europa, África e Ásia
E7	Artigo	2020	Advances in Climate Change	Assessment of the macro-economic impacts of low-carbon road	Tan et al.	Economia	China

			Research	transportation policies in Chongqing, China			
E8	Artigo	2020	Journal of Current Southeast Asian Affairs	Sharing the Spoils: Winners and Losers in the Belt and Road Initiative in Myanmar	Mark et al.	Economia, política e relações internacionais	Myanmar
E9	Artigo	2020	Sustainability (Switzerland)	Is trans-Korean railway solely a symbol of peace in the Korean Peninsula?	Lee e Chung	Relações internacionais e sustentabilidade	Coréia do Sul
E10	Artigo	2020	Sustainability (Switzerland)	Sustainability and interoperability: An economic study on BIM implementation by a small civil engineering firm	Aranda et al.	Engenharia civil e Arquitetura	Espanha
E11	Não tem relação com a pesquisa						
E12	Artigo	2020	Journal of Threatened Taxa	A highway to hell: a proposed, inessential, 6-lane highway (NH173) that threatens the forest and wildlife corridors of the Western Ghats, India	Chandra Sagar e Mrunmayee	Ecologia e meio ambiente	Índia
E13	Não tem relação com a pesquisa						
E14	Não tem relação com a pesquisa						
E15	Não tem relação com a pesquisa						
E16	Anais de congresso	2020	IOP Conference Series: Earth and Environmental Science	Spatial patterns of land prices changing around toll gates (Cipali Toll Road case study)	Fakhruddin et al.	Geografia	Indonésia
E17	Artigo	2020	Transportation Research Part D: Transport and Environment	Lack of resilience in transportation networks: Economic implications	Kurth et al.	Engenharia military e economia	EUA
E18	Não tem relação com a pesquisa						
E19	Não tem relação com a pesquisa						
E20	Não tem relação com a pesquisa						
E21	Artigo	2020	Produccion y	Environmental impact of the	Ballesteros	Geografia	Espanha

			Limpia	proposals for northern access to La Manga del Mar Menor (Murcia, Spain)	Pelegrín e Norcheva		
E22	Artigo	2020	Atmospheric Chemistry and Physics	Modelling of the public health costs of fine particulate matter and results for Finland in 2015	Kukkonen et al.	Meteorologia; Meio ambiente; Saúde e bem-estar	Finlândia
E23	Artigo	2020	International Journal of Safety and Security Engineering	Method of Analysis of the Reasons and Consequences of Traffic Accidents in Uzbekistan Cities	Abdunazarov et al.	Engenharia de transportes; Planejamento urbano;	Usbequistão
E24	Não tem relação com a pesquisa						
E25	Artigo	2020	Comunicacao e Sociedade	Public relations and campaigns about road safety and drug use: efficacy assessment of campaigns in audiovisual media	Paricio Esteban et al.	Comunicação	Espanha
E26	Não tem relação com a pesquisa						
E27	Anais de congresso	2020	IOP Conference Series: Earth and Environmental Science	Spatial modelling of anthropogenic based peat land fire case study of the Kepulauan Meranti District	Turmudi et al.	-	Taiwan
E28	Não tem relação com a pesquisa						
E29	Não tem relação com a pesquisa						
E30	Não tem relação com a pesquisa						
E31	Anais de congresso	2020	Journal of Physics: Conference Series	Economic Impact of Internet and Information Development on Countries along the Belt and Road Route	Kang	Economia	China
E32	Anais de congresso	2020	IOP Conference Series: Earth and Environmental Science	Settlement Landscape Planning based on Flood Mitigation in Pinang Sub-district Tangerang City	Pande e Makalew	Arquitetura e paisagismo	Indonésia
E33	Artigo	2020	International	Economic burden of road traffic	Banstola et al.	Saúde;	Nepal

			Journal of Environmental Research and Public Health	injuries in Nepal		Economia	
E34	Não tem relação com a pesquisa						
E35	Não tem relação com a pesquisa						
E36	Artigo	2020	Applied Sciences (Switzerland)	Use of unbound materials for sustainable road infrastructures	Ciampa et al.	-	Itália
E37	Artigo	2020	International Journal of Production Research	A systematic review of China's belt and road initiative: implications for global supply chain management	Thürer et al.	Gestão; Ciências de sistemas inteligentes e engenharia	China
E38	Artigo	2020	Journal of Industrial Ecology	Climate change impacts on asphalt road pavement construction and maintenance: An economic life cycle assessment of adaptation measures in the State of Virginia, United States	Qiao et al.	Geomecânica; Ciências climáticas	EUA
E39	Artigo	2020	Sustainability (Switzerland)	Impact of multi-dimensional and dynamic distance on china's exports of wooden forest products to countries along the "belt and road"	Wu et al.	Economia; Gestão; Geografia	China
E40	Não tem relação com a pesquisa						
E41	Não tem relação com a pesquisa						
E42	Não tem relação com a pesquisa						
E43	Não tem relação com a pesquisa						
E44	Não tem relação com a pesquisa						
E45	Não tem relação com a pesquisa						
E46	Não tem relação com a pesquisa						
E47	Artigo	2020	International Journal of Advanced Trends in Computer	Characteristics of traffic accidents in jalan tol surabaya-porong, Jawa Timur	Hartatik et al.	Engenharia de transportes; engenharia civil	Indonésia

			Science and Engineering				
E48	Artigo	2020	Natures Sciences Societes	Studying the “Chambon crisis” to think the relationship between territories, institutions, populations, and sciences	Bally	Sociologia; Ecologia	França
E49	Não tem relação com a pesquisa						
E50	Artigo	2020	Revista Facultad de Ingenieria	Strategic planning of freight transportation to support smart cities design: The Brazilian soybean case	de Almeida Guimarães et al.	Engenharia de transportes	Brasil

N°	Doc	Ano	Instituição/ Nome	Título	Autor(es)	Área correlata ou do(s) autor(es)	Região estudada
S1	Artigo	2021	Springer	A mixed methods approach to the social assessment of transport infrastructure projects	Lucas et al.	Ecologia; engenharia de transportes	Reino Unido
S2	Não tem relação com a pesquisa						
S3	Artigo	2021	Sustainability - MDPI	Is Ex-Post Fiscal Support to PPPs Sustainable? Analysis of Government Loans Granted to Shadow-Toll Roads in Spain: A Case Study	Garrido e Vassallo	Engenharia de transportes	Espanha
S4	Excluído – material de interesse para metodologia						
S5	Artigo	2020	Mathematics - MDPI	Mathematical modeling projects oriented towards social Impact as generators of learning opportunities: a case study	Albarracín e Gorgorió	Ciências matemáticas	Espanha
S6	Não tem relação com a pesquisa						
S7	Não tem relação com a pesquisa						
S8	Não tem relação com a pesquisa						
S9	Excluído – outra dimensão de impacto observado						

S10	Não tem relação com a pesquisa						
S11	Anais de congresso	2021	ECS Meeting – IOP Science	Settlement landscape planning based on flood mitigation in Pinang sub-district Tangerang City	Pande e Makalew	Agricultura	Indonésia
S12	Não tem relação com a pesquisa						
S13	Artigo	2020	Sustainability - MDPI	Environmental and social impact assessment of optimized post-tensioned concrete road bridges	Penadés-Plà et al.	Engenharia civil	Espanha
S14	Artigo	2019	Transport – ICE Publishing	Gender mainstreaming in the Nepalese rural transport sector: working towards transformative change	Hada	Planejamento urbano	Nepal
S15	Artigo	2020	Data in brief	A database for evaluating the InMAP, APEEP, and EASIUR reduced complexity air-quality modeling tools	Baker et al.	Economia; ecologia	EUA
S16	Anais de congresso	2019	ICENIS	Local-dis-connection: the influence of semarang-solo toll road to socio-spatial disintegration	Ayuni e Sariffuddin	Planejamento urbano; gestão urbana	Indonésia
S17	Não tem relação com a pesquisa						
S18	Não tem relação com a pesquisa						
S19	Artigo	2019	Land-MDPI	Social impacts of land acquisition for oil and gas development in Uganda	Ogwang e Vanclay	Ciências espaciais	Uganda
S20	Não tem relação com a pesquisa						
S21	Artigo	2019	Springer	Nonfarm employment and household food security: evidence from panel data for rural Cambodia	Do et al.	Economia agricultura	Camboja
S22	Artigo	2019	Sustainability - MDPI	Evaluating impacts of overweight in road freight transportation: a case study in Brazil with system dynamics	Ghisolfi et al.	Engenharia de transportes	Brasil
S23	Artigo	2019	Sustainability - MDPI	Urban road crashes and weather conditions: untangling the effects	Lobo et al.	Ecologia; engenharia de transportes; planejamento urbano	Portugal
S24	Anais de	2021	ECS Meeting –	Residential land use change and	Nindyasari et al.	-	Indoné-

	congresso		IOP Science	territorial conflict			sia
S25	Não tem relação com a pesquisa						
S26	Artigo	2018	Natural Hazards and Earth system sciences	How the impacts of burst water mains are influenced by soil sand content	Farewell et al.	Meio ambiente	Reino Unido
S27	Não tem relação com a pesquisa						
S28	Não tem relação com a pesquisa						
S29	Não tem relação com a pesquisa						
S30	Artigo	2018	Sustainability - MDPI	social impact of farmland abandonment and its eco-environmental vulnerability in the high mountain region of Nepal: a case study of Dordi River Basin	Chaudhary et al.	Ecologia e meio ambiente; Geografia; Geologia	Nepal
S31	Artigo	2018	European Transport Research Review	Options for reducing external costs from freight transport along the Brenner corridor	Nocera et al.	Planejamento urbano e regional; Arquitetura	Romênia
S32	Artigo	2018	Sustainability - MDPI	identifying the impacts of social, economic, and environmental factors on population aging in the Yangtze river delta using the geographical detector technique	Xu et al.	Geografia; Ciências da Saúde	China
S33	Não tem relação com a pesquisa						
S34	Anais de congresso	2017	WIT Transactions on the built Environment	Creating a tribal culture of traffic safety	Hill	-	EUA
S35	Anais de congresso	2018	WIT Transactions on the built environment	An investigation into the benefits and constraints of shifting freight traffic from roads onto high-speed railways	Watson et al.	-	Europa e Ásia
S36	Não tem relação com a pesquisa						
S37	Não tem relação com a pesquisa						
S38	Artigo	2017	Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science	Form and urban change - an urban morphometric study of five gentrified neighbourhoods in London	Venerandi et al.	Arquitetura; engenharia civil e ambiental; matemática	Reino Unido

S39	Artigo	2017	Journal of Clinical and Diagnostic Research	Sudden and unexpected deaths among women of reproductive age – qualitative analysis of risk factors	Patnaik et al.	Medicina	Índia
S40	Não tem relação com a pesquisa						
S41	Artigo	2017	Transportation Research Part D: Transport and Environment	The impact of flooding on road transport: a depth-disruption function	Pregolato et al.	Engenharia civil; Geociências	Reino Unido
S42	Não tem relação com a pesquisa						
S43	Não tem relação com a pesquisa						
S44	Artigo	2017	Impact Assessment and Project Appraisal	Social impacts of road traffic: perceptions and priorities of local residents	Anciaes et al.	Transportes; Economia	Reino Unido
S45	Artigo	2017	IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems	EcoTrec-A Novel VANET-Based Approach to Reducing Vehicle Emissions	Doolan e Muntean	-	Irlanda e Alemanha
S46	Anais de congresso	2016	Transportation Research Procedia	Urban impacts due to barrier effect caused by road duplication: The case of Goianinha/RN in Brazil	Tavares et al.	-	Brasil
S47	Excluído – outra dimensão de impacto observado						
S48	Anais de congresso	2017	Transportation Research Procedia	Moving people to help people move	Graftieaux	Sustentabilidade	África
S49	Artigo	2017	Resources, Conservation and Recycling	A systematic assessment of road pavement sustainability through a review of rating tools	Bryce et al.	Transportes	EUA
S50	Anais de congresso	2017	Transportation Research Procedia	Finding the right way - A new approach for route selection procedures?	Tischler	Transportes	Áustria e Alemanha

Nº	Doc	Ano	Instituição/ Nome	Título	Autor(es)	Área correlata ou do(s)	Região estudada
----	-----	-----	-------------------	--------	-----------	-------------------------	-----------------



						autor(es)	
A1	Não tem relação com a pesquisa						
A2	Artigo	2021	Science of the Total Environment	Spatial extent of road pollution: A national analysis	Phillips et al.	Sustentabilidade ; Ecologia; Meio ambiente	Reino Unido
A3	Não tem relação com a pesquisa						
A4	Artigo	2021	Sustainability (Switzerland)	Dynamics of transit oriented development, role of greenhouse gases and urban environment: A study for management and policy	Ali et al.	Arquitetura; Engenharia civil; Gestão pública; Mobilidade; Planejamento espacial	Suíça
A5	Artigo	2021	PLoS ONE	Insectivorous bats are less active near freeways	Bhardwaj et al.	Ciências biológicas; Planejamento Ambiental; Ciências florestais	Austrália
A6	Artigo	2021	Environment Systems and Decisions	Characterizing potential risk triggered by road traffic noise in comparison with typical air pollutants NO2 and PM2.5	Okazaki et al.	-	Japão
A7	Artigo	2021	Sustainability (Switzerland)	Carbon footprint comparative analysis of cardboard and plastic containers used for the international transport of Spanish tomatoes	Lo-lacono-ferreira et al.	Gestão de projetos; Sustentabilidade	Espanha
A8	Artigo	2021	Sustainability (Switzerland)	Application of exact and multi-heuristic approaches to a sustainable closed loop supply chain network design	Khan et al.	Engenharia industrial; Engenharia mecânica; Gestão de negócios	Suíça
A9	Revisão	2021	Animals	Spatio-temporal patterns and consequences of road kills: A review	Aquino e Nkomo	Geografia; Agricultura;	África do Sul

						Meio ambiente	
A10	Artigo	2021	Sustainability (Switzerland)	Stabilising rural roads with waste streams in Colombia as an environmental strategy based on a life cycle assessment methodology	Balaguera et al.	-	Colômbia
A11	Não tem relação com a pesquisa						
A12	Artigo	2021	Sustainability (Switzerland)	Environmental and cost impact assessment of pavement materials using ibees method	Park et al.	Engenharias civil, ambiental e de automação	Coréia do Sul
A13	Artigo	2021	Materials	Environmental impact on vocs emission of a recycled asphalt mixture with a high percentage of rap	Wei et al.	Transportes e tecnologia	China
A14	Não tem relação com a pesquisa						
A15	Não tem relação com a pesquisa						
A16	Não tem relação com a pesquisa						
A17	Não tem relação com a pesquisa						
A18	Artigo	2021	Sustainability (Switzerland)	Inflows and outflows from material stocks of buildings and networks and their space-differentiated drivers: The case study of the Paris region	Augiseau e Kim	-	França
A19	Não tem relação com a pesquisa						
A20	Artigo	2021	Sustainability (Switzerland)	Municipal solid waste landfill site selection based on fuzzy-ahp and geoinformation techniques in ASIR region Saudi Arabia	Mallick	Engenharia civil	Arábia Saudita
A21	Nota	2021	Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America	Realizing the roads of the future	Perkins	-	EUA
A22	Artigo	2021	Sustainability (Switzerland)	Long-term sustainability approach in road traffic noise wall design	Ahac et al.	Transportes	Croácia

A23	Artigo	2021	Sustainability (Switzerland)	Analysis and evaluation of ramp metering: From historical evolution to the application of new algorithms and engineering	Trubia et al.	Engenharia civil e arquitetura	Itália
A24	Artigo	2021	International Journal of Pavement Engineering	A comparative environmental impact analysis of asphalt mixtures containing crumb rubber and reclaimed asphalt pavement using life cycle assessment	Bressi et al.	Engenharia civil e industrial	-
A25	Não tem relação com a pesquisa						
A26	Artigo	2021	Journal of Advanced Transportation	Research on Optimization Model of Logistics Transportation Truck Path considering Environmental Impact: Experimental Data from Xiqing District, Tianjin	Han et al.	Engenharia de transportes e gestão de negócios	China
A27	Artigo	2021	Perspectives in Ecology and Conservation	The emergence of a new deforestation hotspot in Amazonia	Mataveli et al.	Geografia e geoinformação	Brasil
A28	Artigo	2021	Atmosphere	Road traffic dynamic pollutant emissions estimation: From macroscopic road information to microscopic environmental impact	De Nunzio et al.	Petróleo e energia	França
A29	Não tem relação com a pesquisa						
A30	Não tem relação com a pesquisa						
A31	Não tem relação com a pesquisa						
A32	Excluído – outra dimensão de impacto observado						
A33	Artigo	2021	Ain Shams Engineering Journal	Investigating the engineering properties of asphalt binder modified with waste plastic polymer	Mashaan et al.	Engenharia civil e mecânica	Austrália
A34	Artigo	2021	Sustainability (Switzerland)	Appropriate use of lime in the study of the physicochemical behaviour of stabilised lateritic soil under continuous water ingress	Okeke et al.	Engenharia civil, tecnologia e meio ambiente	Reino Unido e Nigéria
A35	Artigo	2020	Frontiers in Materials	A Case Study of Industrial Symbiosis to Reduce GHG Emissions: Performance	Bonoli et al.	Engenharia civil e meio ambiente	Europa

				Analysis and LCA of Asphalt Concretes Made With RAP Aggregates and Steel Slags			
A36	Artigo	2020	Science of the Total Environment	Impacts of the COVID-19 responses on traffic-related air pollution in a Northwestern US city	Xiang et al.	Engenharia Ambiental e saúde ocupacional	EUA
A37	Não tem relação com a pesquisa						
A38	Artigo	2020	International Journal of Environmental Research and Public Health	Evaluation of road transport pollutant emissions from transporting building materials to the construction site by replacing old vehicles	Han et al.	Arquitetura	Coréia do Sul
A39	Artigo	2020	European Transport Research Review	Materials selection for structured horizontal road markings: financial and environmental case studies	Burghardt e Pashkevich	-	Áustria e Polônia
A40	Artigo	2020	Sustainability (Switzerland)	Impact analysis using life cycle assessment of asphalt production from primary data	Sollazzo et al.	-	Itália
A41	Não tem relação com a pesquisa						
A42	Artigo	2020	Scientific Reports	Lack of maintenance of motorway fences works against their intended purpose with potential negative impacts on protected species	Farfán et al.	Ciências biológicas e naturais	Espanha
A43	Não tem relação com a pesquisa						
A44	Artigo	2020	Transportation Geotechnics	Rockfall hazard mitigation on infrastructures in volcanic slopes using computer-modelled ditches	Yepes et al.	Engenharia civil	Espanha
A45	Artigo	2020	Waste and Biomass Valorization	Potential Use of Incineration Bottom Ash in Construction: Evaluation of the Environmental Impact	Kalbe e Simon	Tecnologia de materiais	Alemanha
A46	Não tem relação com a pesquisa						
A47	Não tem relação com a pesquisa						
A48	Anais de	2020	IOP Conference	Digital transformation to improve	Widyatmoko	Engenharia de	Reino

	congresso		Series: Earth and Environmental Science	quality, efficiency and safety in construction of roads incorporating recycled materials		transportes e engenharia civil	Unido e Indonésia
A49	Anais de congresso	2020	IOP Conference Series: Earth and Environmental Science	Life cycle assessment (LCA) to evaluate the environmental impacts of urban roads: A literature review	Hoxha et al.	Engenharia civil e Ambiental	Vários países (acordo de Paris)
A50	Anais de congresso	2020	IOP Conference Series: Earth and Environmental Science	Green finance performance and role of sustainability engineers in the greater bay Area	Lee et al.	Sustentabilidade	Hong Kong

## APÊNDICE 2A – Lista de elementos encontrados nos documentos da RSL em português

**Observação: algumas informações e análises adicionais foram colocadas neste estudo para fins de produção paralela (artigos) e não entraram no escopo da dissertação.**

### Tabela 2 – Tipos de interação

1. Quanto a natureza da interação:

- Interação (I) – relação entre o elemento rodovia (r) e os seus possíveis impactos analisados: econômico (e); social (s); ambiental (a). Ocorre numa escala linear de um dado subsistema que, quando cruzado com as interações dos outros subsistemas se coloca numa escala não linear, mas em rede.
- Direta (D) – relação direta entre a rodovia (r) e o impacto (e, s, a), sem elementos intermediários ou condições (impacto sempre ocorrerá em função da rodovia). Lê-se: r - e; r - s; r - a (rodovia interage com impacto econômico, social, ambiental).
- Indireta condicionada (C) – relação indireta entre a rodovia (r) e o impacto (e, s, a), causada por um elemento intermediário que funciona como uma característica, condição ou contexto específico segundo o qual é produzido o impacto pela rodovia. Quando houver um elemento condicionante, o desenho da interação será representado por um “c”: Lê-se r-c-e; r-c-s; r-c-a (rodovia interage com uma condição ou característica e a partir dela se produz o impacto econômico, social, ambiental).
- Indireta acumulativa (A) – relação indireta entre a rodovia (r) e seus impactos (e, s ou a) onde existem um ou mais elementos intermediários entre eles, que se produzem cumulativamente. Quando houver interação por acumulação – efeito cumulativo – os elementos intermediários serão representados genericamente por “i1, i2, i3, i4, i5...” (impacto 1; impacto 2 e etc.) tantos quantos existirem.  
Obs.: i1, i2, i3 em diante referem-se a uma sucessão de efeitos cumulativos que se apresentam como elementos intermediários para a produção do impacto na dimensão analisada. Sua representação diz respeito à posição do elemento dentro da cadeia de produção do impacto. Por exemplo, se em uma análise, i1 é “uso e ocupação do solo”, significa que este é o primeiro elemento cumulativo da cadeia de produção de impacto. Em outra análise, i1 poderá ser “custo de manutenção” ou qualquer outro, mas ambos ocuparão a primeira posição na cadeia de sucessão dos elementos para produção do impacto.

2. Quanto ao grupo de seres ou objetos impactados pela interação:

- Impacto geral (IG) - qualquer grupo de seres ou objetos que interage com o subsistema analisado é impactado. Será representado pela letra correspondente ao impacto sem adição de símbolo. Ex. r - e; r - s; r - a.

- Impacto direcionado (ID) - um grupo específico de seres ou objetos que interage com o subsistema analisado é impactado. Será representado pela letra correspondente ao impacto com adição de um “símbolo linha”. Ex. r – e’; r – s’; r – a’.

Leitura: **Rodovias** QUE se relacionam com **X CONDIÇÃO** geram algum impacto no **ELEMENTO 1** que por sua vez impacta no **ELEMENTO 2** (assim por diante) numa interação direcionada ao grupo **LINHA** que se relaciona com a **DIMENSÃO Y**.

Análise da interação entre rodovias e impactos econômicos (idioma português – google acadêmico)

Nº	Natureza da interação	Elemento Condicionante (c)	Elemento(s) intermediário(s) (i1; i2; i3...)	IG	ID	Repres. linear
E1	ICA	Pavimentação	Interligação territorial-logística	Não	Áreas amb. sensíveis	r-c-i1-i2-e’
E2	ICA	Pedagiamento	Qualidade da malha rodoviária – produção agrícola - Fluxos logísticos	Sim	-	r-c-i1-i2-i3-e
E4	ID	-	Malha rodoviária - cargas	Sim	-	r-i1-i2-e
E5	IC	Estado de conservação	-	Sim	-	r-c-e
E6	ICA	Estado de conservação	Custos de manutenção do veículo - custo da mercadoria transportada e custo final do produto (custos)	Sim	-	r-c-i1-i2-e
E9	ICA	Renda, gênero, faixa etária	Tempo de viagem-valor do tempo de trabalho-valor da vida/ qualidade de vida - custos	Não	Renda média e alta, gênero feminino, pessoas mais velhas	r-c-i1-i2-i3-i4-e’
E11	ID	-	Desenvolvimento econômico local	Sim	-	r-e
E15	IA	-	Fluxos vicinais – atividades econômicas locais	Sim	-	r-i1-i2-e
E19	ICA	Duplicação	Acessibilidade local - economia local-empendedorismo	Não	Regiões com maior fluxo logístico comercial (Sul e Sudeste)	r-c-i1-i2-i3-e’
E21	ICA	Concessão/privatização	Número de acidentes - custos	Sim	-	r-c-i1-i2-e
E23	ICA	Concessão/privatização	Número de acidentes - segurança - transporte de cargas - custo	Sim	-	r-c-i1-i2-i3-i4-e
E25	ID	Dependência modal	Custos	Sim	-	r-c-i1-e
E29	ICA	Duplicação	Transporte – modais de transporte -	Sim	-	r-c-i1-i2-i3-i4-

			custo - desigualdade social - renda			e
E32	ICA	Pavimentação	Transformação e inovação de setores de atividade econômica	Sim	-	r-c-i1-e
E35	IA	-	Desenvolvimento do entorno – atividades gerais – número de veículos – congestionamentos - desvios rodoviários - custos	Não	Rodovias saturadas que necessitam de obra de desvio	r-i1-i2-i3-i4-i5-i6-e'
E39	ICA	Concessão/privatização	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Operação - custos</li> <li>• Contexto político – decisões pautadas no interesse econômico</li> </ul>	Sim	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• r-c-i1-i2-e</li> <li>• r-c-i1-i2-e</li> </ul>
E41	ICA	Duplicação	Aumento atividade industrial e comercial da região - PIB	Sim	-	r-c-i1-i2-e
E43	ICA	Estado de conservação	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consumo combustível fóssil - custos</li> <li>• Tempo de viagem - operação e manutenção - custos</li> </ul>	Sim	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• r-c-i1-i2-e</li> <li>• r-c-i1-i2-i3-e</li> </ul>
E47	ICA	Pedagiamento	Política - Questões contratuais de concessão/privatização – Segurança; comodidade/conforto na viagem (comportamento da viagem) -liberdade de locomoção/acessibilidade; democratização - custo de operação	Sim	-	r-c-i1-i2-i3-i4-i5-i6-e

Análise da interação entre rodovias e impactos sociais (idioma português – google acadêmico)

Nº	Natureza da interação	Elemento Condicionante (c)	Elemento(s) intermediário(s) (i1; i2; i3...)	IG	Int. direcionada	Repres. linear
S4	ICA	Ambiente rural	Acessibilidade-mobilidade-modais- educação, saúde, emprego e renda	Não	Classes sociais pobres	r-c-i1-i2-i3-i4-s'
S5	ICA	Participação comunitária	Racismo-fome e miséria	Não	Quilombolas	r-c-i1-i2-s'
S6	ICD	Concessão rodoviária	Desenvolvimento lindeiro	Sim	-	r-c-s
S9	IA	-	Uso de anfetaminas-acidentes de trânsito	Não	Homens, baixa escolaridade, faixa dos	r-i1-i2-s'



					40 anos e caminhoneiros	
S13	ICA	Duplicação	Impactos urbanísticos/ transformação territorial-integração e segregação (barreira)-modificação dos fluxos-conflitos de tráfego-tempo de deslocamento-percepção do usuário	Sim	-	r-c-i1-i2-i3-i4-i5-i6-s
S15	ICD	Duplicação	Mobilidade e acessibilidade	Sim	-	r-c-i1-s
S16	IA	-	Mortes e acidentes-estresse pós-traumático	Não	Sobreviventes de acidentes, familiares de vítimas, reincidentes em acidentes, equipes de resgate, profissionais de saúde, mídia e sociedade local.	r-i1-i2-s
S17	IA	-	Mortes e acidentes-habilidades cognitivas; endividamento-saúde; renda	Sim	-	r-i1-i2-i3-s
S18	ID	-	Mortes e acidentes; transformação territorial	Sim	-	r-i1-s
S19	IA	-	Transformações territoriais-valor do solo-êxodo rural; concentração de renda; especulação imobiliária-desigualdades sociais; segregação social e espacial-conflitos-segurança	Sim	-	r-i1-i2-i3-i4-i5
S20	ID	-	Uso de drogas e álcool	Não	Motoristas de caminhão e/ou motoristas que trafegam à noite	r-i1-s
S23	ICA	Projeto de engenharia	Mortes e acidentes	Sim	-	r-c-i1-s
S28	IA	-	Questões políticas - transformações territoriais - segregação social e espacial; valorização e desvalorização do solo; tensões políticas entre municípios maiores e menores envolvidos no mesmo traçado-ausência de participação popular	Sim	-	r-i1-i2-i3-i4-s

S32	ICA	Ambiente rural	Criação de infraestruturas acessórias-uso e ocupação do solo-integração regional	Sim	-	r-c-i1-i2-i3-s
S33	ICA	Fase da implantação da rodovia (construção e operação)	Desapropriações; prejuízo ao acesso local (inacessibilidade), interferência nos fluxos da população local e mortes e acidentes (obras) - Uso e ocupação-criação de infraestruturas - desenvolvimento econômico - geração de emprego e renda; capacidade de escoamento e segurança viária - redução de mortes e acidentes	Sim	-	r-c-i1-i2-i3-i4-i5-i6-s
S37	ICA	Estado de conservação	Velocidade aumentada e menor nível de atenção-educação no trânsito-segurança viária-mortes e acidentes	Sim	-	r-c-i1-i2-i3-s
S40	ICA	Área ambientalmente frágil	Transformações territoriais-desenvolvimento e ocupação irregular-vaes e áreas de deslizamento -mortes e acidentes	Sim	-	r-c-i1-i2-i3-i4-s
S41	ICA	Fase da implantação da rodovia (construção e operação)	<p>Construção:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desapropriações</li> <li>• Mudança de fluxos (obras)</li> <li>• Poluição do ar</li> <li>• Baixa da economia local</li> <li>• Demissões e baixa da renda</li> </ul> <p>Operação:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Acessibilidade</li> <li>• Aumento do fluxo - aumento poluição</li> <li>• Valorização do solo lindeiro</li> <li>• Aumento do emprego e da renda</li> <li>• Redução do tempo e do custo das viagens</li> </ul>	Sim	-	<p>Construção:</p> <p>r-c-i1-s</p> <p>Operação:</p> <p>r-c-i1-s</p> <p>r-c-i1-i2-s</p>

			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transformação territorial-construção de habitações e infraestruturas</li> </ul>			
S42	IA	-	Cortes no terreno (preparação do solo) - riscos geológicos e deslizamentos - mortes e acidentes de residentes do entorno	Sim	-	r-i1-i2-s

Análise da interação entre rodovias e impactos ambientais (idioma português – google académico)

Nº	Natureza da interação	Elemento Condicionante (c)	Elemento(s) intermediário(s) (i1; i2; i3...)	IG	Int. direcionada	Repres. linear
A2	IA	-	Meio físico, biótico e antrópico – morfologia do solo - processos erosivos e drenagem natural - paisagem	Sim	-	r-i1-i2-i3-i4-a
A3	ICA	Estado de conservação	Emissão de CO2	Sim	-	r-c-i1-a
A4	ICA	Estado de conservação	Eficiência energética e consumo de combustível – emissão de CO2	Sim	-	r-c-i1-i2-a
A5	IA	-	Meio físico, biótico	Sim	-	r-i1-a
A6	IA	-	Relevo – solo, água, biosfera, recursos naturais	Sim	-	r-i1-i2-a
A7	IA	-	Meio físico, biótico	Sim	-	r-i1-a
A8	IA	-	Processos erosivos e assoreamento; degradação espécies de fauna; alteração da flora	Sim	-	r-i1-a
A11	ID	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Processos erosivos e assoreamento</li> <li>• Relevo</li> <li>• Escoamento e qualidade de águas superficiais</li> <li>• Morfologia do solo</li> <li>• Qualidade do ar</li> <li>• Ruídos</li> <li>• Vegetação</li> </ul>	Sim	-	Todos: <ul style="list-style-type: none"> <li>• r-i1-a</li> </ul>

			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fauna</li> <li>• Ecossistemas aquáticos</li> <li>• Produção agrícola</li> </ul>			
A15	ICA	Áreas ambientalmente frágeis ou de proteção/conservação	Ruído – afugentamento da fauna	Sim	-	r-c-i1-i2-a
A17	IA	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alteração dos parâmetros do solo – erosão.</li> <li>• Contaminação do solo</li> <li>• Poluição atmosférica</li> <li>• Ruído</li> <li>• Drenagem natural</li> <li>• Descaracterização da paisagem</li> <li>• Perda de espécies vegetais</li> <li>• Proliferação de insetos</li> <li>• Atropelamento da fauna</li> </ul>	Sim	-	r-c-i1-i2-a r-c-i1-a
A18	ICA	Áreas ambientalmente frágeis ou de proteção/conservação	Fragmentação da paisagem – efeito barreira – separação de espécies (desconectividade de habitats) – atropelamento da fauna; afugentamento da fauna	Sim	-	r-c-i1-i2-i3-i4-a
A19	ICA	Estações do ano	Atropelamento da fauna	Sim	-	r-c-i1-a
A21	IA	-	Mortes e acidentes – desastres químicos	Não	Transportes de cargas químicas	r-i1-i2-a'
A24	IC	Zoneamento ecológico-econômico; denominação de reserva ambiental; controle por licenciamento	desmatamento	Não	Áreas ambientalmente frágeis ou de proteção/conservação (Amazônia)	r-c-i1-a'
A25	IA	-	Efeito barreira – túneis de atravessamento – desconectividade de habitats – mudanças comportamentais	Sim	-	r-i1-i2-i3-i4-a
A26	ICD	Planejamentos iniciais	Processos morfodinâmicos do solo:	Sim	-	r-c-i1-i2-a

		deficientes	erosões; escoregamentos; assoreamentos; inundações			
A29	ICD + ICA	Fase da implantação da rodovia (construção e operação)	<p>Fase de construção:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Retirada da vegetação e revolvimento do solo – processos morfodinâmicos do solo – erosões; assoreamento.</li> <li>Corte do relevo – percursos de água, de vento e chuvas.</li> <li>Rebaixamento de lençol freático – acréscimo de fluxo hídrico superficial.</li> </ul> <p>Fase de operação:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Morte e atropelamento da fauna</li> <li>Superfície menos húmida e mais exposta – aumento de incêndios</li> <li>Lixiviação</li> <li>Ruídos</li> <li>Efeito barreira - desconectividade de habitats – interrupção de intercâmbios ecológicos.</li> </ul>	Sim	-	<p>Construção:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>r-c-i1-i2-i3-a</li> <li>r-c-i1-i2-a</li> <li>r-c-i1-i2-a</li> </ul> <p>Operação:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>r-c-i1-a</li> <li>r-c-i1-i2-a</li> <li>r-c-i1-a</li> <li>r-c-i1-a</li> <li>r-c-i1-i2-i3-a</li> </ul>
A31	ICD	Implantação, pavimentação ou duplicação	Morte e atropelamento da fauna	Sim	-	r-c-i1-a
A32	ID	-	Ruído	Sim	-	r-i1-a
A35	IA	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>Efeito barreira; efeito de borda – desconectividade de habitat – mudanças comportamentais</li> <li>volume de tráfego; ruído; iluminação – afugentamento – mortes e atropelamentos de fauna</li> </ul>	Sim	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>r-i1-i2-i3-a</li> <li>r-i1-i2-i3-a</li> </ul>
A36	ICD	Fase da implantação da rodovia	<p>Planejamento:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Pisoteamento de flora e</li> </ul>	Sim	-	Planej., construção e

		(planeamento, construção e operação)	<p>invertebrados (morte da fauna)</p> <p>Construção:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Afugentamento da fauna</li> <li>• Efeito de borda</li> <li>• Desconectividade de habitats</li> <li>• Redução cobertura vegetal</li> <li>• Intervenção em áreas de preservação e conservação</li> <li>• Risco de supressão de espécies</li> <li>• Incêndios florestais</li> <li>• Ecologia da fauna aquática</li> <li>• Dinâmica das águas superficiais e profundas</li> </ul> <p>Operação:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Afugentamento da fauna</li> <li>• Efeito de borda</li> <li>• Efeito barreira</li> <li>• Desconectividade de habitats</li> <li>• Intervenção em áreas de preservação e conservação</li> <li>• Risco de supressão de espécies</li> <li>• Ecologia da fauna aquática</li> <li>• Dinâmica das águas superficiais e profundas</li> <li>• Morte e atropelamento da fauna</li> </ul>			<p>operação:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• r-c-i1-a</li> </ul>
A37	ICD + ICA	Áreas ambientalmente frágeis ou de proteção/conservação	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Efeito barreira; efeito de borda – fragmentação florestal/espacial – desconectividade de habitats – mortandade de grandes árvores – clareiras lineares; desmatamento</li> <li>• Drenagem</li> <li>• Erosão</li> </ul>	Sim	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• r-c-i1-i2-i3-i4-i5-a</li> </ul>

A38	ICD	Duplicação	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contaminação do solo</li> <li>• Contaminação do ar</li> <li>• Redução cobertura vegetal</li> <li>• Vegetação ciliar e aquática</li> <li>• Incêndios</li> <li>• Afugentamento da fauna</li> <li>• Morte e atropelamentos da fauna</li> <li>• Ictiofauna (fauna aquática)</li> <li>• Turbidez</li> <li>• Assoreamento dos cursos d'água</li> <li>• Alteração regime fluvial</li> <li>• Risco de contaminação de drenagens</li> <li>• Rebaixamento de lençol freático</li> <li>• Contaminação de lençol freático</li> </ul>	Não		<ul style="list-style-type: none"> <li>• r-c-i1-a'</li> </ul>
A41	IA	-	Desconectividade de habitats – morte e atropelamento da fauna	Sim	-	r-i1-i2-a
A46	ICD	Meio físico e biótico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alteração da drenagem natural</li> <li>• Erosão (alterações morfodinâmicas)</li> <li>• Contaminação do solo</li> <li>• Alterações de parâmetros do solo</li> <li>• Desmatamento</li> <li>• Ruído</li> <li>• Poluição atmosférica</li> <li>• Efeito de borda</li> <li>• Alteração da paisagem</li> <li>• Qualidade corpos d'água</li> <li>• Geração de resíduos sólidos</li> <li>• Acidentes com cargas perigosas</li> </ul>	Não	Meio físico e meio biótico	r-c-i1-a

			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Morte e atropelamento da fauna</li> <li>• Redução da cobertura vegetal</li> <li>• Desconectividade de habitats</li> <li>• Efeito barreira</li> </ul>			
A48	IA	-	Movimentações do solo – processos erosivos	Sim	-	r-i1-i2-a
A49	IA	-	Movimentações do solo; supressão vegetação (redução cobertura vegetal e árvores; desmatamento) – alterações da flora	Sim	-	r-i1-i2-a
A50	ICD	Meio físico e biótico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erosão</li> <li>• Assoreamento</li> <li>• Contaminação de água profundas/subterrâneas e superficiais</li> <li>• Alterações morfodinâmicas do solo</li> <li>• Afugentamento da fauna</li> <li>• Supressão de vegetação</li> </ul>	Sim	-	r-c-i1-a

Leitura: **Rodovias** QUE se relacionam com **X CONDIÇÃO** geram algum impacto no **ELEMENTO 1** que por sua vez impacta no **ELEMENTO 2** (assim por diante) numa interação direcionada ao grupo **LINHA**.



## APÊNDICE 2B – Lista de elementos encontrados nos documentos da RSL em inglês

**Observação: algumas informações e análises adicionais foram colocadas neste estudo para fins de produção paralela (artigos) e não entraram no escopo da dissertação.**

### Tabela 2 – Tipos de interação

1. Quanto a natureza da interação:

- Interação (I) – relação entre o elemento rodovia (r) e os seus possíveis impactos analisados: econômico (e); social (s); ambiental (a). Ocorre numa escala linear de um dado subsistema que, quando cruzado com as interações dos outros subsistemas se coloca numa escala não linear, mas em rede.
- Direta (D) – relação direta entre a rodovia (r) e o impacto (e, s, a), sem elementos intermediários ou condições (impacto sempre ocorrerá em função da rodovia). Lê-se: r - e; r - s; r - a (rodovia interage com impacto econômico, social, ambiental).
- Indireta condicionada (C) – relação indireta entre a rodovia (r) e o impacto (e, s, a), causada por um elemento intermediário que funciona como uma característica, condição ou contexto específico segundo o qual é produzido o impacto pela rodovia. Quando houver um elemento condicionante, o desenho da interação será representado por um “c”: Lê-se r-c-e; r-c-s; r-c-a (rodovia interage com uma condição ou característica e a partir dela se produz o impacto econômico, social, ambiental).
- Indireta acumulativa (A) – relação indireta entre a rodovia (r) e seus impactos (e, s ou a) onde existem um ou mais elementos intermediários entre eles, que se produzem cumulativamente. Quando houver interação por acumulação – efeito cumulativo – os elementos intermediários serão representados genericamente por “i1, i2, i3, i4, i5...” (impacto 1; impacto 2 e etc.) tantos quantos existirem.  
Obs.: i1, i2, i3 em diante referem-se a uma sucessão de efeitos cumulativos que se apresentam como elementos intermediários para a produção do impacto na dimensão analisada. Sua representação diz respeito à posição do elemento dentro da cadeia de produção do impacto. Por exemplo, se em uma análise, i1 é “uso e ocupação do solo”, significa que este é o primeiro elemento cumulativo da cadeia de produção de impacto. Em outra análise, i1 poderá ser “custo de manutenção” ou qualquer outro, mas ambos ocuparão a primeira posição na cadeia de sucessão dos elementos para produção do impacto.

2. Quanto ao grupo de seres ou objetos impactados pela interação:

- Impacto geral (IG) - qualquer grupo de seres ou objetos que interage com o subsistema analisado é impactado. Será representado pela letra correspondente ao impacto sem adição de símbolo. Ex. r - e; r - s; r - a.

- Impacto direcionado (ID) - um grupo específico de seres ou objetos que interage com o subsistema analisado é impactado. Será representado pela letra correspondente ao impacto com adição de um “símbolo linha”. Ex. r – e’; r – s’; r – a’.

Leitura: **Rodovias** QUE se relacionam com **X CONDIÇÃO** geram algum impacto no **ELEMENTO 1** que por sua vez impacta no **ELEMENTO 2** (assim por diante) numa interação direcionada ao grupo **LINHA** que se relaciona com a **DIMENSÃO Y**.

Análise da interação entre rodovias e impactos econômicos (idioma inglês – Scopus)

N°	Natureza da interação	Elemento Condicionante (c)	Elemento(s) intermediário(s) (i1; i2; i3...)	IG	ID	Repres. linear
E1	IA	-	Poluição atmosférica – saúde humana – custos com saúde e mortes prematuras – condições de subsistência, trabalho e renda	Sim	-	r-i1-i2-i3-i4-e
E3	ICA	Cidades pequenas	Necessidade de construção de desvios – valor do solo e da propriedade; vendas, comércio e serviços (economia local)	Sim	-	r-c-i1-i2-e
E6	IA	-	Acessibilidade – interligação territorial/ regional – relações econômicas locais e regionais	Sim	-	r-i1-i2-i3-e
E7	IA	-	Transportes – emissão de gases poluentes – investimento em sustentabilidade – tecnologia de materiais e processos – indústria – PIB e emprego	Sim	-	r-i1-i2-i3-i4-i5-i6-e
E8	ICA	Cidades pequenas	Desenvolvimento econômico local – conflito de interesses – geopolítica – priorização da economia	Sim	-	r-c-i1-i2-i3-i4-e
E9	IA	-	Interligação regional – geopolítica e decisões pautadas no interesse econômico – transporte de cargas rodoviário – emissão de gases poluentes; mortes e acidentes (pessoas) – investimento em transporte de cargas	Sim	-	r-i1-i2-i3-i4-i5-e

			ferroviário e custos			
E10	IA	-	Sustentabilidade – interoperabilidade e política – tecnologia de materiais e processos (BIM) – custos	Sim	-	r-i1-i2-i3-i4-e
E12	ICA	Áreas de preservação/conservação	Segregação espacial – intercâmbio de espécies – dinâmica da cadeia alimentar – alterações da cadeia alimentar e ecossistema – diversidades genéticas – endemias e pandemias – saúde – custos	Sim	-	r-c-i1-i2-i3-i4-i5-i6-i7-i8-e
E16	ICA	Pedagiamento	Acessibilidade e desenvolvimento lindeiro – uso e ocupação do solo – desenvolvimento de atividades econômicas – valor do solo	Sim	-	r-c-i1-i2-i3-i4-e
E17	IA	-	Congestionamentos – custos indiretos	Sim	-	r-i1-i2-e
E21	ICA	Regiões Costeiras	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Turismo – emprego e renda</li> <li>• Paisagem e patrimônio natural – tecnologia de materiais e processos – custos</li> </ul>	Sim	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• r-c-i1-i2-e</li> <li>• r-c-i1-i2-i3-e</li> </ul>
E22	IA	-	Poluição atmosférica – saúde – custos	Sim	-	r-i1-i2-i3-e
E23	IA	-	Mortes e acidentes – prejuízos e custos	Sim	-	r-i1-i2-e
E25	IA	-	Motoristas – drogas (canabis e álcool) - mortes e acidentes – campanhas (educação) - mídias sociais (cultura) – custos	Sim	-	r-i1-i2-i3-i4-i5-i6-e
E27	IA	-	Acessibilidade – uso e ocupação do solo – desenvolvimento territorial irregular – incêndios – deseconomia (custos)	Sim	-	r-i1-i2-i3-i4-i5-e
E31	IA	-	Desenvolvimento territorial – Infraestruturas – conectividade com internet – usuários – empreendedorismo	Sim	-	r-i1-i2-i3-i4-i5-e
E32	ICA	Proximidade à corpos d'água'	Desenvolvimento territorial – habitações – degradação do meio ambiente – inundações e enchentes – perdas materiais e de vidas - custos	Sim	-	r-c-i1-i2-i3-i4-i5-i6-e

E33	IA	-	Aumento do número de veículos – mortes e acidentes – saúde, produtividade (trabalho) e prejuízos imateriais com capital humano/ sofrimento e luto (custos sociais) – subsistência (ligado à produtividade) e custos	Sim	-	r-i1-i2-i3-i4-e
E36	IA	-	Tecnologia de materiais e processos – reciclagem – custos	Sim	-	r-i1-i2-i3-e
E37	IA	-	Desenvolvimento territorial – uso e ocupação do solo – localização de comércios e serviços – cadeia logística de abastecimento – fluxos logísticos	Sim	-	r-i1-i2-i3-i4-i5-e
E38	IA	-	Meio ambiente – mudanças climáticas – tecnologia de materiais e processos – sustentabilidade	Sim	-	r-i1-i2-i3-i4
E39	IA	-	Acessibilidade - Integração territorial – integração social – integração cultural – cadeia de consumo	Sim	-	r-i1-i2-i3-i4-i5-e
E47	IA	-	Mortes e acidentes – custos	Sim	-	r-i1-i2-e
E48	IA	-	Mortes e acidentes – necessidade de desvios - inacessibilidade - obstrução do fluxo viário geral – turismo – deseconomia	Sim	-	r-i1-i2-i3-i4-i5-i6-e
E50	IA	-	Setor industrial – commodities – transporte de cargas – território – congestionamentos e poluição – atrasos de entrega de mercadorias; impactos na saúde – prejuízos logísticos e custo de saúde	Sim	-	r-i1-i2-i3-i4-i5-i6-i7-e

Análise da interação entre rodovias e impactos sociais (idioma português – google acadêmico)

Nº	Natureza da interação	Elemento Condicionante (c)	Elemento(s) intermediário(s) (i1; i2; i3...)	IG	Int. direcionada	Repres. linear
S1	ICA	Desvio	<ul style="list-style-type: none"> <li>Acessibilidade e Segregação – tempo de viagem – saúde e bem-estar</li> <li>Acidentes; Ruído; Qualidade do ar – saúde e bem-estar</li> </ul>	Não	População lindeira e do entorno	<ul style="list-style-type: none"> <li>r-c-i1-i2-i3-s</li> <li>r-c-i1-i2-s</li> </ul>
S3	ICA	Concessão/privatização	Segurança – mortes e acidentes	Sim	-	r-c-i1-i2-s
S5	ICA	Desenvolvimento urbano lindeiro e no entorno à rodovia	Segregação espacial – fluxos cotidianos - acesso de alunos/ acesso à educação – segurança – mortes e atropelamentos	Não	Alunos de escolas (população lindeira e do entorno)	r-c-i1-i2-i3-i4-i5-s'
S11	ICA	Entorno de bacias hidrográficas	Desenvolvimento lindeiro e do entorno – meio ambiente – cheias/ inundações – perdas, mortes e acidentes	Não	População lindeira e do entorno de bacias hidrográficas	r-c-i1-i2-i3-i4-s'
S13	ICA	Estruturas rodoviárias complexas (pontes, túneis etc.)	Construção – tecnologia de materiais e processos – trabalho – trabalhadores – segurança – acidentes – seguridade – leis e direitos laborais	Não	Trabalhadores de obras rodoviárias complexas	r-c-i1-i2-i3-i4-i5-i6-i7-i8-s'
S14	IA	-	Construção – trabalho/emprego – trabalhadores – gênero - renda	Não	Trabalhadores de obras rodoviárias	r-c-i1-i2-i3-i4-i5-s'
S15	IA	-	Emissão de gases poluentes – saúde – qualidade e expectativa de vida – trabalho e renda	Sim	-	r-i1-i2-i3-i4-s
S16	IA	Pedagiamento	Segregação espacial – acesso a oportunidades/ desigualdades sociais – marginalização de classes pobres – meio de subsistência – Desenvolvimento de atividades de trabalho na área lindeira a pedágio	Não	Residentes próximos a áreas de pedágio	r-c-i1-i2-i3-i4-i5-s'
S19	IA	Grandes obras rodoviárias em áreas com desenvolvimento urbano, desenvolvidas por	<ul style="list-style-type: none"> <li>Desapropriações – deslocamentos de pessoas; redução de acesso a atividades – emprego, renda e condições de vida – insegurança alimentar</li> </ul>	Sim	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>r-c-i1-i2-i3-i4-s</li> <li>r-i1-i2-i3-i4-i5-i6-s</li> </ul>

		grandes <b>consórcios</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Construção – trabalho e trabalhadores – afluxo de imigrantes – desigualdades e competitividade – conflitos sociais – crime e prostituição</li> </ul>			
S21	ICA	Áreas rurais	Acessibilidade – modo de subsistência local – segurança alimentar	Não	Pessoas portadoras de veículos particulares e com nível mínimo de escolaridade.	r-c-i1-i2-i3-s'
S22	IA	-	Transporte rodoviário de cargas – excesso de peso (comportamento de viagem) – pavimentação rodoviária – mortes e acidentes	Sim	-	r-i1-i2-i3-i4-s
S23	ICA	Regiões de climas extremos (frio/calor)	Microclima/ alterações meteorológicas/ mudanças climáticas – precipitação – mortes e acidentes	Sim	-	r-c-i1-i2-i3-s
S24	ICA	Desenvolvimento urbano lindeiro e no entorno à rodovia (habitações)	Mudança de uso do solo – perturbação sonora, visual e da segurança social – qualidade de vida	Não	População residente lindeira ou do entorno	r-c-i1-i2-i3-s'
S26	ICA	Terrenos arenosos	<p>Construção e operação – rompimento de adutoras –</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• mortes e acidentes</li> <li>• interrupção do fluxo rodoviário – tempo de viagem – inacessibilidade a atividades – trabalho, educação, saúde, lazer</li> <li>• interrupção da distribuição de internet e de água – paralisação de trabalho, serviços e hospitais (produtividade, trabalho e atividades)</li> <li>• construção de desvios – custos sociais, econômicos e ambientais</li> </ul>	Sim	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• r-c-i1-i2-i3-s</li> <li>• r-c-i1-i2-i3-i4-i5-i6-s</li> <li>• r-c-i1-i2-i3-i4-s</li> <li>• r-c-i1-i2-i3-i4-s</li> </ul>
S30	ICA	Áreas rurais	Acessibilidade – abandono do trabalho e	Sim	-	r-c-i1-i2-i3-s

			da moradia rural – modificação da paisagem e das relações sociais			
S31	ID	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poluição do ar e sonora</li> <li>• Mortes e acidentes</li> <li>• congestionamentos</li> </ul>	Sim	-	• r-i1-s
S32	IA	-	Desenvolvimento periférico ou suburbano – uso de veículos individuais, padrão de vida sedentário e padrão de alimentação menos saudável – envelhecimento precoce da população	Não	Residentes de zonas periféricas ou suburbanas	r-i1-i2-i3-s
S34	IA	-	Sistemas de transporte – comportamento de viagens – segurança – mortes e acidentes	Sim	-	r-i1-i2-i3-i4-s
S35	IA	-	Transporte de cargas – economia – ampliação da rede rodoviária – relegação do transporte ferroviário – custos e fluxos gerais	Sim	-	r-i1-i2-i3-i4-i5-s
S38	ICA	Localização	Mudanças de uso e ocupação da terra - gentrificação	Sim	-	r-c-i1-i2-s
S39	IA	-	Mortes e acidentes – gênero e idade – saúde reprodutiva – demografia	Sim	-	r-i1-i2-i3-i4-s
S41	ICA	Regiões de extrema precipitação	Inundações – mortes e acidentes; avarias veiculares (perdas materiais)	Sim	-	r-c-i1-i2-s
S44	ICA	Regiões com habitação lindeira e no entorno (desenvolvimento lindeiro – habitações)	Desenvolvimento setor industrial – ruído, poluição atmosférica, insegurança de pedestres	Sim	-	r-c-i1-i2-i3s
S45	IA	-	Rodoviarismo/ uso de veículos individuais – congestionamentos – impactos na saúde física e mental, inacessibilidade	Sim	-	r-i1-i2-i3-s
S46	ICA	Obras de manutenção	Desvio - fluxos – aumento do tempo de viagem	Sim	-	r-c-i1-i2-i3-s

S48	IA	-	Desenvolvimento territorial – conurbação; desenvolvimento de assentamentos e infraestruturas precárias	Sim	-	r-i1-i2-s
S49	IA	-	Pavimentos – tráfego – fluxos – pessoas	Sim	-	r-i1-i2-i3-i4
S50	IA	-	Espaço, território - pessoas	Sim	-	r-i1-i2

Análise da interação entre rodovias e impactos ambientais (idioma português – google académico)

Nº	Natureza da interação	Elemento Condicionante (c)	Elemento(s) intermediário(s) (i1; i2; i3...)	IG	Int. direcionada	Repres. linear
A2	IA	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poluição viária – ruídos;</li> <li>• Partículas em suspensão e metais pesados</li> </ul>	Sim	-	r-i1-i2-a
A4	IA	-	Emissões de poluentes/ poluição atmosférica – <ul style="list-style-type: none"> <li>• Saúde humana</li> <li>• Microclima – macroclima urbano – condições climáticas</li> </ul>	Sim	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• r-i1-i2-a</li> <li>• r-i1-i2-i3-i4-a</li> </ul>
A5	IA	-	Afugentamento da fauna – modificação das interações da cadeia alimentar; modificação no processo plantipolinador – modificação do ecossistema local	Sim	-	r-i1-i2-i3-a
A6	IA	-	Ruído e emissões de gases poluentes – saúde humana (estresse; doenças respiratórias; doenças cardíacas; distúrbios psíquicos e do sono).	Sim	-	r-i1-i2-x (não interagiu com a dimensão ambiental)
A7	IA	-	Transporte de cargas – acessibilidade - infraestruturas – tecnologia da comunicação/ internet – comportamento de consumo – pegada de carbono	Sim	-	r-i1-i2-i3-i4-i5-i6-a
A8	IA	-	Processos tecnológicos (tecnologia de	Sim	-	r-i1-i2-i3-i4-a

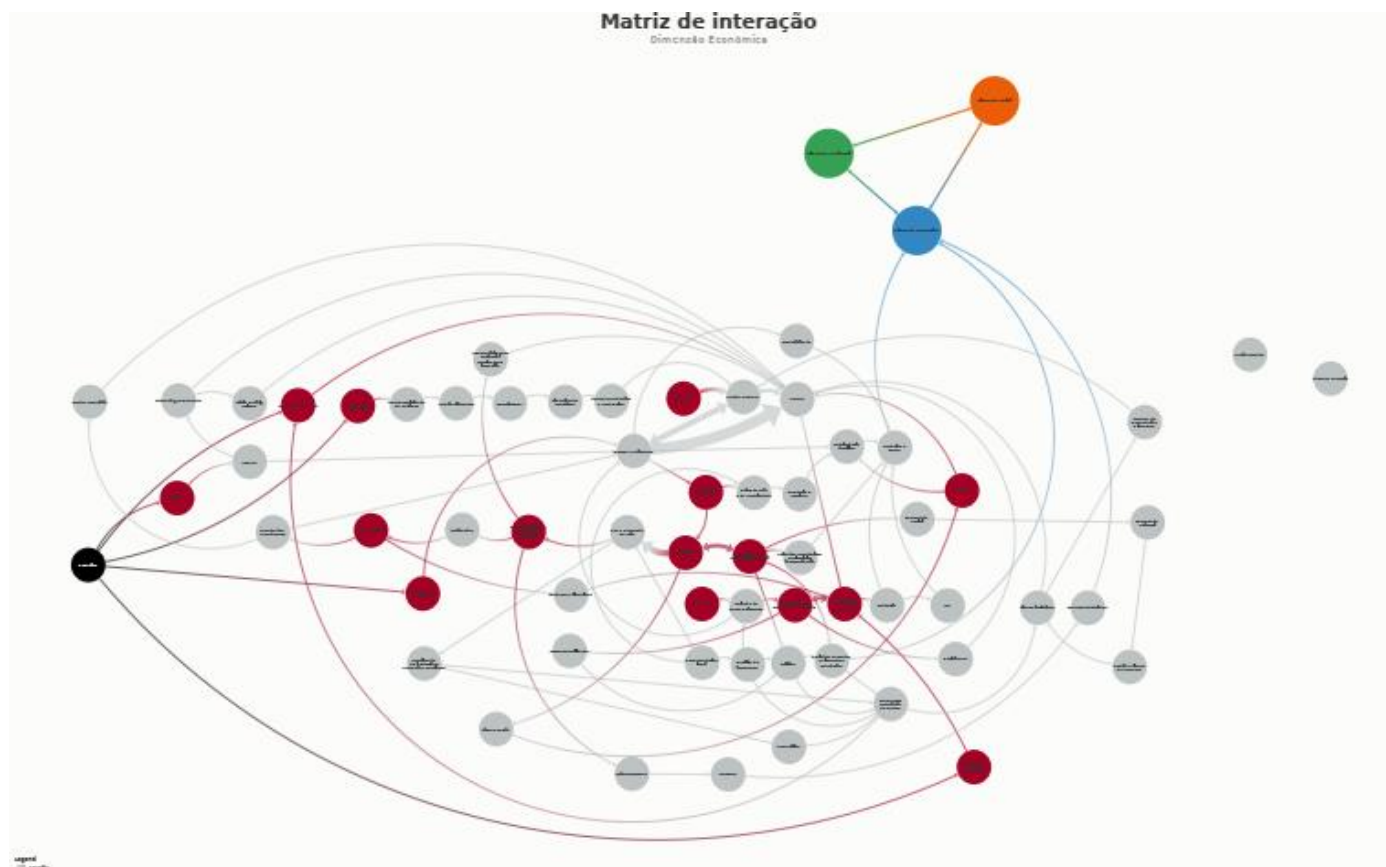


			materiais e processos) – eficiência logística – cadeia de abastecimento de ciclo fechado – sustentabilidade ambiental			
A9	IA	-	Morte e atropelamento da fauna – risco de extinção de espécies pouco populosas no dado ecossistema – alteração do ecossistema.	Sim	-	r-i1-i2-i3-a
A10	ICA	Processos de melhoria	Materiais e processos – emissões de poluentes/ pegada ecológica – aquecimento global – mudanças climáticas	Sim	-	r-i1-i2-i3-i4-a
A12	IA	-	Pavimentação – materiais e processos – emissões de gases poluentes	Sim	-	r-i1-i2-i3-a
A13	IA	-	Pavimentação – materiais e processos – emissões de gases poluentes	Sim	-	r-i1-i2-i3-a
A18	IA	-	Construção – processos – economia circular – meio ambiente	Sim	-	r-i1-i2-i3-i4-a
A20	IA	-	Acessibilidade – uso e ocupação do solo – geração de resíduos – meio ambiente	Sim	-	r-i1-i2-i3-i4-a
A21	ICA	Pavimentação	Materiais e processos – emissão de ruídos e gases poluentes	Sim	-	r-i1-i2-a
A22	ID	-	Poluição sonora	Sim	-	r-i1-a
A23	ICA	Projeto de engenharia	Tecnologia de processos - segurança viária e congestionamentos – qualidade do fluxo – emissões de gases poluentes	Sim	-	r-c-i1-i2-i3-i4-a
A24	ICA	Pavimentação	<ul style="list-style-type: none"> <li>• consumo de recursos não-renováveis</li> <li>• emissão de gases poluentes</li> <li>• alteração de indicadores ambientais</li> </ul>	Sim	-	• r-c-i1-a
A26	IA	-	Transporte de cargas – poluição atmosférica	Sim	-	r-i1-i2-a

A27	ICA	Áreas de preservação/conservação	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desmatamento</li> <li>• Incêndios</li> </ul>	Sim	-	r-c-i1-a
A28	IA	-	Poluição atmosférica – condições climáticas	Sim	-	r-i1-i2-a
A33	IA	-	Pavimentação – tecnologias de materiais e processos – reciclagem – meio ambiente	Sim	-	r-i1-i2-i3-i4-a
A34	IA	-	Pavimentação e transformação do solo – infiltração de água – manutenção do pavimento – tecnologia de materiais e processos – sustentabilidade – meio ambiente	Sim	-	r-i1-i2-i3-i4-i5-i6-ia
A35	IA	-	Construção e manutenção (fases) – tecnologia de materiais e processos – reciclagem – economia circular e simbiose industrial – sustentabilidade – meio ambiente	Sim	-	r-i1-i2-i3-i4-i5-i6-a
A36	ICA	Covid-19	Confinamento – diminuição do tráfego rodoviário – diminuição da poluição	Sim	-	r-c-i1-i2-i3-a
A38	IA	-	Construção – veículos de construção – poluentes ambientais	Sim	-	r-i1-i2-i3-a
A39	IA	-	Tecnologia de materiais e processos – segurança/ sinalização viária – morte e atropelamento da fauna; morte e acidentes (pessoas)	Sim	-	r-i1-i2-i3-a
A40	ICD	Pavimentação asfáltica	Poluentes ambientais	Sim	-	r-c-i1-a
A42	IA	-	Alta velocidade – colisões/ segurança viária – morte e atropelamento da fauna – extinção de espécies répteis	Sim	-	r-i1-i2-i3-i4-a
A44	ICA	Região de relevo e geomorfologia frágeis	Desestabilizações geológicas – queda e rolamento de rochas	Sim	-	r-c-i1-i2-a
A45	IA	-	Pavimentação – lixiviação – contaminação do solo lindeiro e do entorno	Sim	-	r-c-i1-i2-i3-a

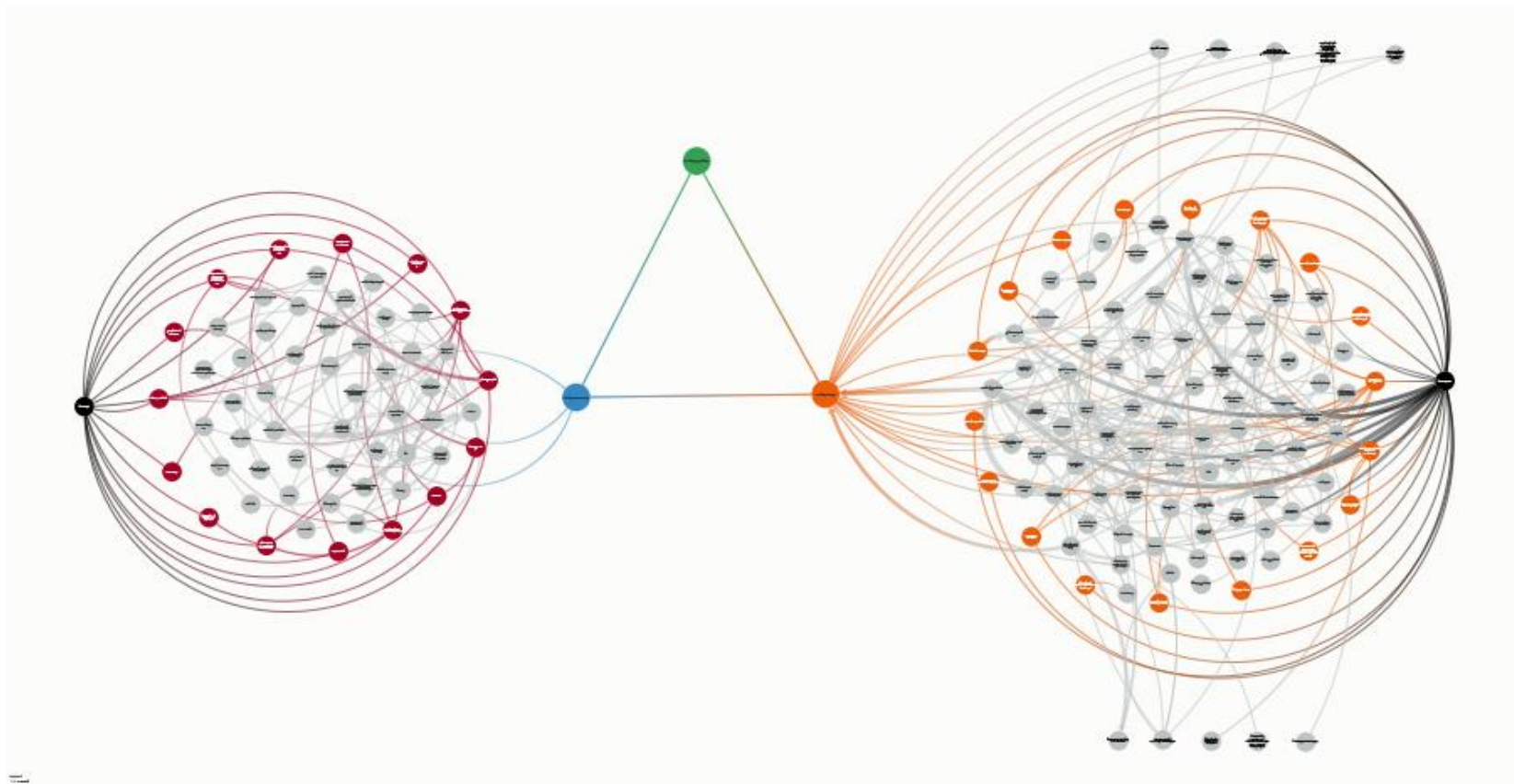
A48	IA	-	Construção – tecnologia de materiais e processos – indústria 4.0 – sustentabilidade	Sim	-	r-i1-i2-i3-i4-i5-a
A49	IA	Pavimentação asfáltica	Emissão de poluentes – microclima/ condições climáticas – acordo de Paris – cenário político internacional – sustentabilidade – meio ambiente	Sim	-	r-c-i1-i2-i3-i4-i5-a
A50	IA	-	Tecnologia de materiais e processos – sustentabilidade	Sim	-	r-i1-i2-a

### APÊNDICE 3 – Diagramas preliminares no software kumu (tentativas iniciais de diagramar o grande sistema [MOB+EEU]-AV)

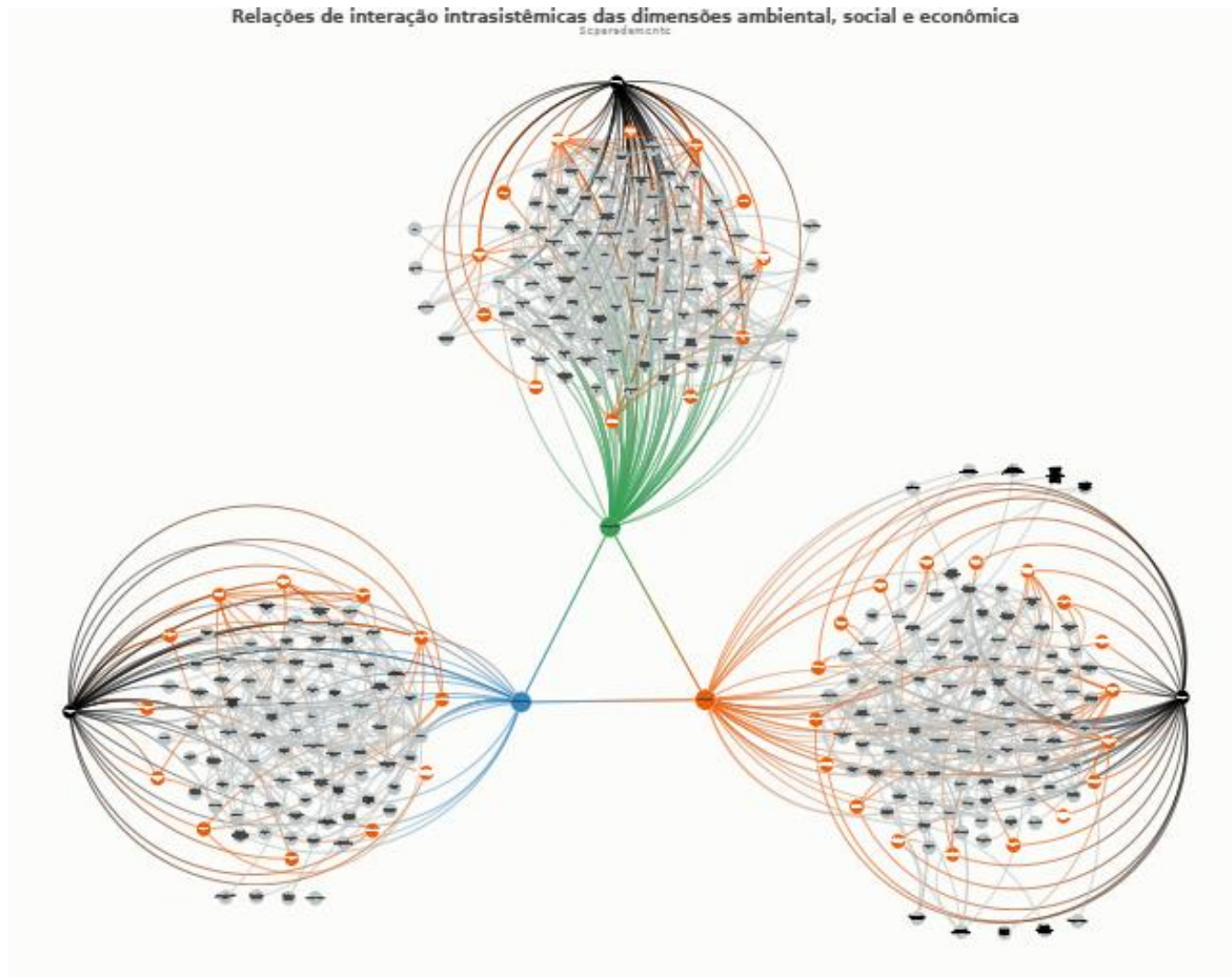


Nesse primeiro ensaio de diagramação do primeiro sistema – grande sistema de impactos de rodovias sobre as dimensões ASE – sabia-se da necessidade de ligar os elementos encontrados nos documentos (em cinza) com cada dimensão de impacto (em verde, laranja ou azul), a partir do elemento inicial da linha de causalidade (inicialmente coloridos de vermelho escuro). Ainda não existia um consenso estético nem organizacional no diagrama.

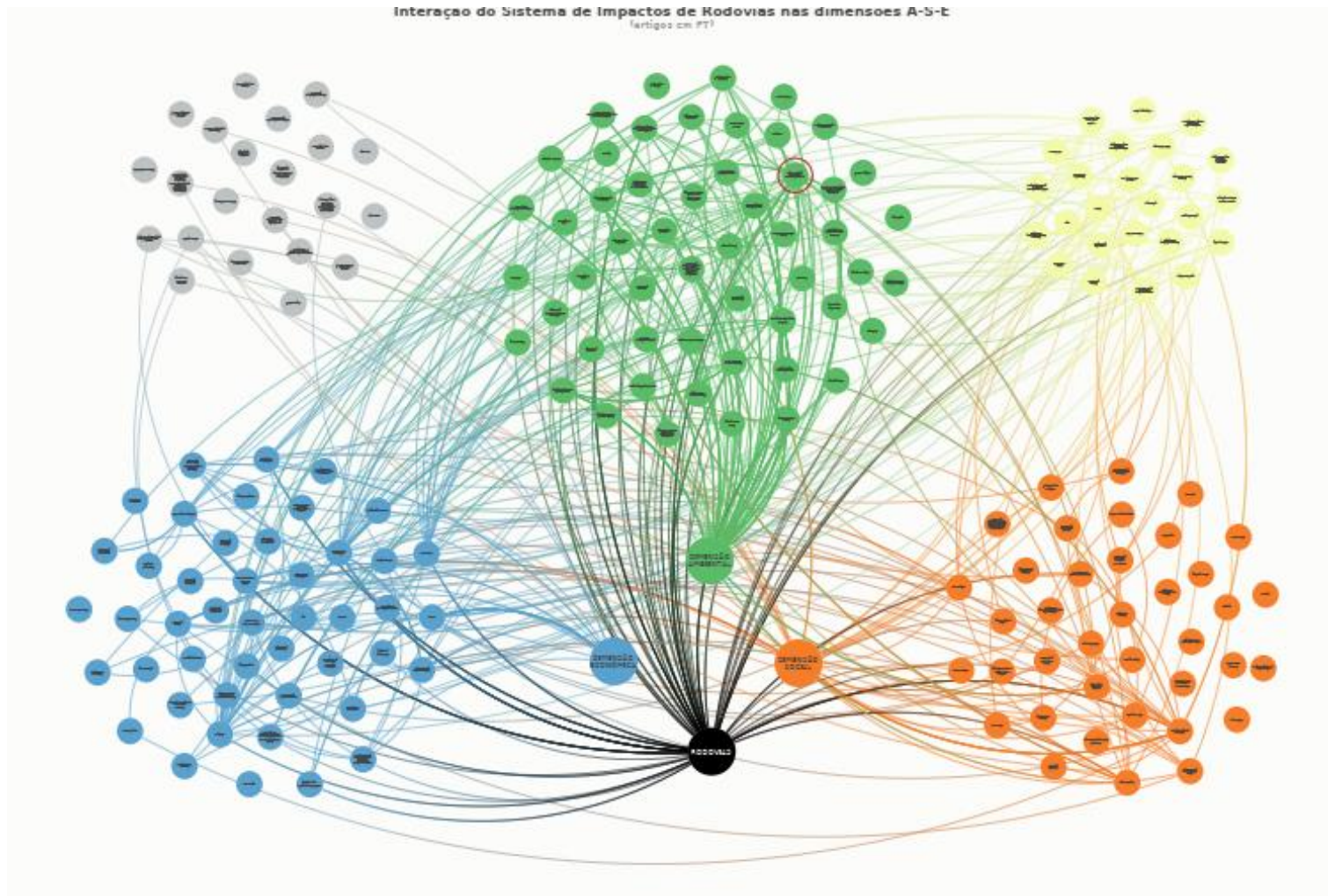
Aos poucos ele foi se modelando, dadas as classificações dos elementos dentro das dimensões estabelecidas. Ainda existia uma separação entre elementos iniciais do fluxo causal (coloridos nas bordas dos subsistemas em círculo); dos elementos de impactação específica ao final do fluxo causal (quando um impacto se dirigia somente a um grupo específico e não genericamente) – representados pelos elementos lineares de fora; o elemento “rodovia” em preto, do lado externo; dos elementos representantes das dimensões – elementos finais do fluxo causal (dimensões ASE em verde, laranja ou azul).



Num terceiro momento os elementos já estavam mais organizados, porém existia dúvida entre a classificação de diversos elementos. Alguns elementos correspondentes aos grupos de impactos específicos ficavam para fora do círculo:



Por último, chegou-se a uma organização intermediária que ainda iria mudar, onde apareciam os elementos de classificação indeterminada em amarelo no canto superior direito e os elementos representativos de grupos de impactos específicos em cinza, no canto superior esquerdo:



**Apêndice 4** - Palavras-chave selecionadas do texto (referencial teórico) para conceituar mobilidade, estrutura espacial e anéis viários. A análise foi separada por autor. Cada palavra obtida de um autor (destacada em vermelho) foi esmiuçada nos parênteses, visando obter termos que se relacionam com a palavra e que estão denominados na lista de elementos gerais do grande sistema (quadro 6 e apêndice 5).

### Subsistema Mobilidade Urbana

- MUMFORD, 1998:

“Deslocamentos urbanos” (fluxos gerais, vicinais, logísticos, especiais, origem e destino de viagens, tráfego, migrações)

“Transporte de excedentes” (transporte de cargas, consumo, comércio, commodities, produção agrícola)

“Custo-benefício” (custos, investimentos...)

“Ruas” (malha viária, rodovia, estado e manutenção de ruas e rodovias...pavimentação e materiais)

“Pedestres” (pessoas, usuários, demografia)

“Procissões, passeios e marchas” (cultura, lazer, entretenimento, turismo)

“Malha viária” (ruas, planejamento, construção, manutenção e operação de rodovias, projeto de engenharia)

“Eixos” (malha viária, transporte, fluxos)

- REIS, 2006; SANTOS E SILVEIRA, 2006; LUCHESE, 2012; RUBIM E LEITÃO, 2013:

“Desenvolvimento do território” (desenvolvimento e território, conurbação, transformações espaciais)

“Industrialização, urbanização e metropolização” (indústria, urbano, metrópole, região, território)

- LUCHESE, 2012:

“Atividades”

“Moradias” (habitações e assentamentos)

“Automóveis” (veículos e tudo que se relaciona com eles, meios de transporte, modos e modais)

PNMU e MCidades (caderno de referência)

“Deslocamentos”

“Pessoas”

“Produtos (cargas)”

“Território”

“Modos de transporte”



“Serviços de transporte”  
 “Infraestrutura de transporte”  
 “Sustentabilidade”  
 “Emissão de gases poluentes”  
 “Transporte ativo”  
 “Transporte público”  
 “Planejamento intersetorial” (interoperabilidade e “entre”)  
 “Habitação” (habitações e ramo imobiliário – especulação, valor)  
 “Saneamento” (água, esgoto, drenagem, chuva – pluvial precipitação, rios, consumo energético)  
 “Uso do solo”  
 “Dimensão social, ambiental e econômica”

- PORTUGAL E MELO:

“Sustentabilidade”  
 “Política intersetorial e interdisciplinar” (interoperabilidade, conflitos de interesse)  
 “Uso do solo”  
 “Transportes”

- BANISTER (2011), HERCE (2009), LITMAN (2008) E PORTUGAL E MELLO (2017):

“Acessibilidade”  
 “Transporte”  
 “Uso do solo”  
 “Sustentabilidade”  
 “Atividades gerais no território”  
 “Possibilidade de escolha sobre os modos de transporte”

- GEHL, 2015:

“Sustentabilidade”  
 “Cidade compacta”  
 “Transporte ativo”  
 “Dimensão humana”  
 “Rua, calçada, mobiliário urbano (escala humana)”  
 “Conforto ambiental” (térmico, lumínico, sonoro)  
 “Necessidades sociais” (relações sociais)

- BRITO E KNEIB:

“Saúde”  
 “Educação”

“Segurança”

“Cultura”

“Políticas públicas em geral” (leis, democratização, concessão, permissão, pedagiamento)

- EUROPEAN COMISSION (2017):

“Qualidade de vida urbana”

- JACOBS, 2014:

“Segurança (política pública)”

“Vitalidade”

“Ruas”

“Ambiência e paisagem”

### Subsistema Estrutura Espacial Urbana

- MUMFORD, 1998; SANTOS E SILVEIRA, 2006:

“[...] produto de longos anos de “desenvolvimento dos espaços territoriais”

“Formatos de colonização, urbanização e, em alguns casos, metropolização”

- MUMFORD, 1998; ARANTES *et al.*, 2002; SANTOS e SILVEIRA, 2006; RODRIGUE *et al.*, 2013

Aspectos urbanos, sociais e naturais diversos, como “espraiamento e densificação; economia, cultura e hábitos sociais; relevo, hidrografia, biomas (meio ambiente em geral) etc”.

- LYNCH, 2001:

Relações entre “espaços, usos e indivíduos”.

“Paisagem e características visuais”.

- VILLAÇA (2001):

Compreende sua “forma e sua infraestrutura física” necessária para sustentação.

“Forma”

“Desenho”

“Malha urbana/viária”

“Sistemas de vias, saneamento, iluminação etc”.

Soma das diferentes tipologias de “atividades urbanas” (comerciais, residenciais, industriais etc.).

“Rodovias e ferrovias”

“Usos”

- KNEIB 2008:  
Conjunto de “atividades” espalhadas no território e como elas se articulam  
“Usuários”  
Âmbito imaterial das relações e “funções de cada área”  
“Centralidades e subcentralidades” urbanas  
“Fluxos e dinâmicas de pessoas, transportes e mobilidade no território”.
- RODRIGUE *ET AL.* (2013):  
Relações originadas a partir da “forma urbana (usos e fluxos)”  
“Deslocamentos”  
Inter-relações entre “pessoas, cargas e informações”.
- REIS (2006):  
Concentração e desconcentração mútuas dos espaços territoriais. (“transformações, conurbação, integração, segregação”)  
“Redes de informação e transporte”.
- REIS E BENTES (2017, P. 2):  
“Constelações e nebulosas”  
“Aglomerações urbanas dispersas” ligadas à “centros metropolitanos” por “redes de transporte”
- OJIMA (2007):  
Espaço físico das cidades brasileiras está vinculada a processos socioeconômicos  
Relacionamento entre a sociedade e o “capitalismo (trabalho e renda, PIB, custos e investimentos...)”  
“Densidade, fragmentação, orientação e centralidade”
- SANTOS (2006):  
“Fixos e fluxos”, correspondente à “forma e às relações sociais”.
- BRASIL, 1979:  
Escoamento de “águas pluviais, iluminação pública, esgotamento sanitário, abastecimento de água potável, energia elétrica pública e domiciliar e vias de circulação”.

### Subsistema Anéis Viários

Elementos do subsistema união (MOB U EEU) que definem anéis viários segundo a revisão bibliográfica:

- Complexidade e dimensão do projeto rodoviário
- Entrega (escoamento) de mercadorias e insumos
- Implantação de rodovias

- Fases da implantação de rodovias: planejamento, construção e operação
- Fluxo logístico/ cargas
- Logística
- Produção (escoamento de produtos)
- Transporte rodoviário de cargas
- Transporte ferroviário de cargas
- Transporte de cargas perigosas
- Construção de desvios
- Malha Rodoviária
- Interesse econômico
- Túneis de atravessamento
- Rodovias

Apêndice 5 - Lista geral de elementos do grande sistema ([MOB+EEU]-AV) categorizados por dimensão							
Legenda:	Dimensão Ambiental	Dimensão Econômica	Dimensão Social	Dimensão Governança e Planejamento			
Dimensão	Elemento	Nº Interações (Int.)	Int. com Rodovias	Int. com dim. Original	Int. com dim. Diferente	Int. com elementos de dim. Diferentes	
Ambiental	Afugentamento da fauna	16	Sim	Sim	Não	Sim	
	Aquecimento Global	2	Não	Não	Não	Não	
	Áreas ambientais frágeis/ preservação/ conservação	26	Sim	Sim	Não	Sim	
	Águas profundas (contaminação/rebaixamento de lençol freático)	8	Sim	Sim	Não	Sim	
	Acordo de Paris	2	Não	Não	Não	Sim	
	Acidentes com cargas perigosas/ químicas	4	Não	Não	Sim	Sim	
	Biosfera	2	Não	Não	Sim	Não	Não
	Corpos d'água	8	Sim	Sim	Sim	Não	Sim
	Contaminação da água/ turbidez	4	Não	Não	Sim	Não	Sim
	Cheias, inundações e enchentes	11	Não	Não	Sim	Não	Sim
	Contaminação do solo	8	Sim	Sim	Sim	Não	Sim
	Diversificação genética de seres macro e microscópicos	2	Não	Não	Não	Não	Sim
	Desmatamento e clareiras	10	Sim	Sim	Sim	Não	Não
	Desconectividade de habitats	21	Sim	Sim	Sim	Não	Sim
	Drenagem natural	10	Sim	Sim	Sim	Não	Sim
	Escoamento de águas superficiais	8	Sim	Sim	Sim	Não	Sim
	Estações do ano	2	Sim	Sim	Não	Não	Não
	Ecosistema aquático	8	Sim	Sim	Sim	Não	Sim
	Ecosistema local	7	Não	Não	Sim	Não	Não
	Extinção de espécies	8	Não	Não	Sim	Não	Sim
	Efeito de borda	10	Sim	Sim	Sim	Não	Sim
	Emissão de gases, partículas poluentes, metais pesados/ poluição do ar/ pegada de carbono	70	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
	Flora/ cobertura vegetal/ árvores	20	Sim	Sim	Sim	Não	Sim
	Fauna/ comportamento da fauna; cadeia alimentar/ intercâmbios ecológicos	14	Sim	Sim	Sim	Não	Não
	Geração de resíduos	4	Não	Não	Sim	Não	Sim
	Incêndios	10	Não	Não	Sim	Não	Sim
	Indicadores ambientais	2	Não	Não	Sim	Não	Sim
	Insetos / plantipolinização	4	Sim	Sim	Sim	Não	Não
	Infiltração de água/ humidade	5	Não	Não	Não	Não	Sim
	Lixivação	4	Não	Não	Sim	Não	Sim
	Mudanças climáticas/ clima e microclima	13	Não	Não	Sim	Não	Sim
	Medidas de controle ambiental/ legislação	2	Sim	Sim	Não	Não	Não
	Meio Ambiente geral (físico, biótico e antrópico)	49	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
	Morfologia do solo/ solo/ geologia	32	Sim	Sim	Sim	Não	Sim
	Morte e atropelamento da fauna	30	Sim	Sim	Sim	Não	Sim
	Processos erosivos, assoreamento	21	Sim	Sim	Sim	Não	Sim
	Poluição viária	4	Sim	Sim	Sim	Não	Sim
	Precipitação e regime pluvial	4	Não	Não	Sim	Não	Sim
	Reciclagem	7	Não	Não	Não	Não	Sim
	Recursos naturais/ consumo de recursos não renováveis	5	Sim	Sim	Sim	Não	Não
	Regiões tropicais (chuvas intensas)	2	Sim	Sim	Não	Não	Não
	Regiões de climas extremos (muito quente/ frio)	1	Sim	Sim	Não	Não	Não
	Regiões Costeiras	3	Sim	Sim	Não	Não	Sim
	Regime/ curso fluvial	4	Não	Não	Sim	Não	Sim
	Ruídos/ poluição sonora	26	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
	Rompimento de adutoras	7	Não	Não	Não	Não	Sim
	Relevo/ cortes no relevo	10	Sim	Sim	Sim	Não	Sim
	Regiões Rurais	6	Sim	Sim	Não	Não	Sim
	Regiões próximas à corpos d'água	2	Sim	Sim	Não	Não	Sim
	Túneis de atravessamento	2	Não	Não	Não	Não	Sim
	Vales e áreas de deslizamentos	8	Não	Não	Sim	Não	Sim
	Ventilação	2	Não	Não	Sim	Não	Não
<b>Total:</b>	<b>52 elementos</b>	<b>550</b>	<b>sim=30; não=22</b>	<b>sim=38; não=14</b>	<b>sim=3; não=49</b>	<b>sim=40; não=12</b>	

## Continuação Apêndice 5 (parte 1):

Econômica	Atividades de subsistência familiar	9	Não	Sim	Não	Sim
	Atividades econômicas locais (comércio, serviços e indústria)/ localização dessas atividades no contexto local	14	Não	Sim	Sim	Sim
	Acessibilidade/ inacessibilidade	38	Sim	Não	Sim	Sim
	Construção de desvios	17	Sim	Não	Não	Sim
	Concessão/ privatização	17	Sim	Não	Não	Sim
	Cadeia, fluxos e comportamentos de consumo	6	Não	Sim	Não	Sim
	Consumo de energia ou combustível	4	Não	Não	Não	Sim
	Construção	36	Sim	Não	Não	Sim
	Custos (investimentos ou prejuízos)	64	Não	Sim	Sim	Sim
	Complexidade e dimensão do projeto rodoviário	2	Sim	Não	Não	Não
	Competitividade, desenvolvimento e relações econômicas locais e regionais	14	Sim	Sim	Não	Sim
	Comodities	2	Não	Não	Não	Não
	Concentração de renda	3	Não	Não	Não	Sim
	Endividamento	2	Não	Não	Não	Sim
	Especulação imobiliária	3	Não	Não	Não	Sim
	Economia circular	4	Não	Não	Não	Sim
	Empreendedorismo	4	Não	Sim	Não	Sim
	Eficiência energética	2	Não	Não	Não	Sim
	Estado de conservação rodoviária	15	Sim	Sim	Não	Sim
	Entrega de mercadorias e insumos	2	Não	Não	Não	Sim
	Fluxos logísticos/ logística/ fluxo de cargas	22	Sim	Sim	Não	Sim
	Fluxos logísticos especiais/ cadeia de fluxos fechados	2	Não	Não	Não	Sim
	Interesse econômico	8	Não	Sim	Não	Sim
	Infraestruturas (água, esgoto, gás, telefonia, drenagem, etc.)	11	Não	Não	Sim	Sim
	Implantação/ duplicação	31	Sim	Não	Não	Sim
	Limpeza do terreno/ preparação do solo (revolvimento do solo e vegetação nativa)	4	Sim	Não	Não	Sim
	Manutenção de veículos em geral	4	Não	Não	Não	Sim
	Motoristas e caminhoneiros que trafega à noite	4	Sim	Não	Sim	Sim
	Operação (fase)	30	Sim	Não	Não	Sim
	Obras de manutenção rodoviária/ melhorias	8	Sim	Não	Não	Não
	Produtividade	4	Não	Não	Sim	Sim
	Produção agrícola	4	Sim	Não	Sim	Sim
	Perdas materiais	8	Não	Sim	Sim	Sim
	Planejamento (fase)	5	Sim	Não	Não	Sim
	PIB	4	Não	Sim	Não	Não
	Pedagiamento	8	Sim	Não	Não	Sim
	Projeto de engenharia	4	Sim	Não	Não	Sim
	Quantidade e uso de veículos individuais	8	Sim	Não	Não	Sim
	Seguridade social	3	Não	Não	Não	Sim
	Setor industrial/ indústria 4.0/ simbiose industrial	14	Sim	Não	Não	Sim
	Turismo	4	Não	Não	Não	Sim
	Trabalho e renda	34	Não	Sim	Sim	Sim
	Trabalhadores de obras rodoviárias	10	Não	Sim	Não	Sim
	Transporte rodoviário de cargas	8	Sim	Não	Não	Sim
	Transporte de cargas perigosas/ químicas	2	Não	Não	Sim	Sim
	Tecnologia de materiais e processos	41	Sim	Não	Não	Sim
	Transporte ferroviário de cargas	6	Não	Sim	Não	Não
	Valor da hora de trabalho	2	Não	Não	Não	Sim
	Valor do solo e da propriedade	12	Não	Sim	Sim	Sim
	Veículos de construção	3	Não	Não	Não	Sim
<b>Total:</b>	<b>50</b>	<b>528</b>	<b>sim=21; não=29</b>	<b>sim=15; não=35</b>	<b>Sim=11; não=39</b>	<b>sim=45; não=5</b>

## Continuação Apêndice 5 (parte 2):

Social	Campanhas de conscientização/ educação	9	Não	Não	Não	Sim
	Classes sociais	4	Não	Sim	Não	Sim
	COVID-19	2	Sim	Não	Não	Não
	Conflitos de interesses (sociais, econômicos e/ou políticos)	10	Não	Não	Não	Sim
	Custos sociais subjetivos (sofrimento/ luto/ perda da qualidade de vida)	4	Não	Sim	Não	Sim
	Colisões	2	Não	Não	Não	Sim
	Doenças, endemias e pandemias	3	Não	Não	Não	Sim
	Demografia	2	Não	Sim	Não	Não
	Desigualdade social/ acesso à oportunidades	12	Não	Sim	Não	Sim
	Efeito barreira	16	Sim	Não	Sim	Sim
	Estresse e traumas	3	Não	Não	Não	Sim
	Expectativa de vida/ envelhecimento da população	5	Não	Não	Não	Sim
	Êxodo rural e imigrações	9	Não	Não	Não	Sim
	Fluxos Vicinais	2	Sim	Não	Não	Sim
	Fluxos/ deslocamentos gerais	26	Não	Sim	Não	Sim
	Fome e miséria	3	Não	Sim	Não	Sim
	Gentrificação/ migração de pessoas	2	Não	Sim	Não	Sim
	Grupos vulneráveis/ quilombolas	2	Não	Sim	Não	Não
	Habilidades cognitivas/ atenção/ controle psíquico	5	Não	Não	Não	Sim
	Internet	8	Não	Não	Não	Sim
	Integração Social/isolamento social	4	Não	Não	Não	Sim
	Integração cultural	2	Não	Não	Não	Sim
	Mídias sociais e cultura	2	Não	Não	Não	Sim
	Mortes e acidentes (pessoas)	73	Sim	Sim	Não	Sim
	Marginalização/ criminalidade e prostituição	4	Não	Sim	Não	Sim
	Pessoas/ usuários/ percepção dos usuários	9	Não	Sim	Não	Sim
	Participação popular/ direitos da população/ democratização	9	Sim	Sim	Não	Sim
	Paisagem e patrimônio naturais	13	Sim	Sim	Sim	Sim
	População lindeira e do entorno	11	Não	Sim	Não	Sim
	Portadores e usuários de veículos individuais	2	Não	Sim	Não	Não
	Qualidade de vida e bem estar	16	Não	Sim	Não	Sim
	Racismo e preconceito	2	Não	Não	Não	Não
	Relações sociais	2	Não	Não	Não	Não
	Renda, gênero, faixa etária (população a que se dirigem os impactos da interação)	8	Sim	Não	Sim	Sim
	Residentes próximos à pedágios	2	Não	Sim	Não	Sim
	Saúde Humana	27	Não	Sim	Não	Sim
	Sedentarismo/ hábitos alimentares	2	Não	Não	Não	Sim
	Segurança/insegurança alimentar	6	Não	Sim	Não	Sim
	Sobreviventes de acidentes, familiares de vítimas, vítimas reincidentes, equipes de resgate e de saúde, mídia e	2	Não	Sim	Não	Não
	Uso de drogas, álcool e anfetaminas	6	Sim	Não	Não	Sim
<b>Total:</b>	<b>40</b>	<b>331</b>	<b>Sim=8; Não=32</b>	<b>Sim=20; Não=20</b>	<b>Sim=3; Não=37</b>	<b>Sim=32; Não=8</b>

## Continuação Apêndice 5 (parte 3):

Governança e planejamento	Assentamentos precários	2	Não	Não	Sim	Não
	Atividades gerais (comércio, serviços, indústria, lazer, educação etc.) / localização de atividades no contexto geral do território	6	Não	Não	Sim	Sim
	Cidades pequenas	4	Sim	Não	Não	Sim
	Clima urbano	2	Não	Não	Não	Sim
	Comportamento, tempo e número de viagens	24	Não	Sim	Não	Sim
	Congestionamentos/ conflitos de tráfego/ tráfego	21	Sim	Sim	Não	Sim
	Conurbação	2	Não	Sim	Não	Sim
	Decisões políticas/ contexto político	14	Sim	Não	Não	Sim
	Desapropriações	8	Não	Sim	Não	Sim
	Desenvolvimento territorial (regular/irregular)	14	Sim	Não	Não	Sim
	Desenvolvimento lindeiro e do entorno/ periférico	19	Sim	Sim	Não	Sim
	Habitações	6	Não	Não	Sim	Sim
	Iluminação viária	2	Sim	Não	Não	Sim
	Integração espacial/ territorial	11	Sim	Sim	Não	Sim
	Interoperabilidade (políticas públicas integradas)	2	Não	Não	Não	Sim
	Leis	2	Não	Sim	Não	Sim
	Localização da rodovia	2	Sim	Não	Não	Não
	Malha rodoviária	4	Sim	Não	Não	Sim
	Mobilidade Urbana	4	Não	Sim	Não	Sim
	Modais	8	Sim	Não	Não	Sim
	Pavimentação	31	Sim	Não	Não	Sim
	Regiões com maior fluxo logístico	2	Não	Sim	Não	Sim
	Segregação espacial/ territorial	17	Não	Sim	Não	Sim
	Segurança (políticapública)	10	Não	Sim	Não	Sim
	Segurança viária	23	Não	Sim	Não	Sim
	Sistemas de transporte	6	Sim	Não	Não	Sim
	Sustentabilidade	20	Sim	Sim	Não	Sim
	Transformações urbanas, do espaço/ território	21	Sim	Sim	Não	Sim
	Uso e Ocupação do solo	19	Não	Não	Não	Sim
	Velocidade	5	Sim	Não	Não	Sim
<b>Total:</b>	<b>30</b>	<b>311</b>	<b>Sim=15; Não=15</b>	<b>Sim=14; Não=16</b>	<b>Sim=3; Não=27</b>	<b>Sim=28; Não=2</b>



Apêndice 6 - Co-relações entre elementos do grande sistema ([MOB+EEU]-AV) e características do Estudo de Caso							
Elementos do Grande Sistema "Impacto de rodovias nas dimensões ASE+GP" e suas co-relações com os elementos do Subsistema intersecção "Anéis Viários - (Mobilidade Urbana + Estrutura Espacial Urbana)"							
Elementos do Grande Sistema "Impacto de rodovias nas dimensões ASE+GP"	Natureza/Classificação do elemento				Nº da característica do EC (AID/All)		
	A	S	E	GP			
Elementos físicos ou institucionais existentes que se relacionam objetivamente/ elemento impactado	Corpos D'água	x				2,3,11,23,26	
	Relevo/ áreas de corte no relevo	x				2,10,12,40	
	Áreas ambientais frágeis/ unidades de conservação/ áreas de preservação ou proteção	x			x	2,3,8,22,23,26,31,49	
	Regiões próximas à corpos d'água	x				1,2,3,4,5,11,31	
	Flora/cobertura vegetal/árvores	x				2,8,21,22,23,26,31	
	Meio ambiente físico e biótico	x				2,3,8,10,11,12,13,17,21,22,23,28,40,44	
	Regiões costeiras *	x			x		
	Regiões tropicais *	x					
	Regiões de climas extremos ou com grandes variações de temperatura (amplitude térmica)	x				2	
	Regiões Rurais	x			x	3,21,25,28,31,44	
	Medidas de controle ambiental/ legislação	x			x	2,7,8,10,11,12,13,22,25,29,44,45	
	Regime ou curso fluvial	x				3,11,23	
	Patrimônio naturais	x	x			2,3,8,9,23	
	Produção Agrícola	x		x		6,16,17,18,19,21,29,31	
	Transporte rodoviário de cargas			x		6,10,12,16,18,19,29,40,45,46	
	Setor industrial			x	x	6,10,16,17,29	
	Atividades econômicas locais (comércio, serviços) / localização dessas atividades no contexto local			x		1,16,18,29,33,42,43	
	Transporte ferroviário de cargas *			x	x		
	Elementos físico ou não-físicos que se relacionam subjetivamente/ efeito causado ou processo, característica impactado	Fluxos logísticos/ Fluxo de cargas			x		6,10,11,16,18,19,29,37,40,43,44,45,46
		Cidades pequenas				x	1,2,42,43
Malha rodoviária				x		6,10,16,18,19,21,22,29,40,43,45	
Contaminação do solo		x				2,11,12,20,30	
Águas profundas (contaminação/rebaixamento de lençol freático)		x				2,3,11,12	
Drenagem do terreno		x				2,3,8,10,20,30,31,40	
Escoamento de águas superficiais		x				2,3,8,10,11,30,40	
Desmatamento e Clareiras		x				2,10,12,21,29,31	
Efeito de Borda		x				2,40	
Meio ambiente antrópico			x			1,4,5,6,7,8,9,20,24,25,35,37,40,44,45,46	
Emissão de gases, partículas poluentes, metais pesados, poluição do ar, pegada de carbono		x				2,6,7,12,14,15,16,29,37,38,39,40,41,43,45,46	
Acidentes com cargas químicas ou perigosas		x	x			6,10,12	
Ruídos/ poluição sonora		x				2,6,7,10,14,15,16,37,38,39,40,41,43,45	
Solo/ morfologia do solo/ geologia		x				2,10,31,32	
Processos erosivos/ assoreamento		x				2,3,10,30	
Poluição viária		x	x			2,7,14,15,16,37,39,40,41,43,45	
Infiltração de água/ humidade		x				2,3,8,10,11	
Covid-19			x			20,34,48	
Custos Sociais subjetivos (sofrimento/ luto/ perda da qualidade de vida)			x			1,4,20,30	
Fluxos/ deslocamentos gerais cotidianos				x		1,4,5,8,9,13,14,15,24,25,27,28,35,36,37,39,40,41,42,43,47	
Renda/ Gênero/ Idade			x		1,4		
Fluxos Vicinais			x		1,4,14,15,24,27,34,35,36,42,43,48		
Paisagem	x				2,3,4,5,8,9,10,21,22,23,25,28,29,31,35,40,45,46,49		

Elementos físico ou não-físicos que se relacionam subjetivamente/ efeito causado ou processo, característica impactado	Participação popular/ direitos da população/ democratização		x			1,4,8,14,15,24,27,49
	Efeito barreira (território)		x		x	1,4,14,40,41
	Mortes e acidentes de pessoas		x			1,4,20,27,34,38,40,41,43,48
	Construção de desvios			x	x	40
	Transporte de cargas perigosas ou químicas			x		2,6,10,12
	Trabalho e renda		x	x		1,4,6,10,16,17,18,19,21,25,29,33,37,40,45,46
	Obras de melhoria ou manutenção rodoviária			x	x	6,16
	Indústria 4.0/ simbiose industrial			x		6,16
	Planejamento (fase)			x	x	40
	Construção (fase)			x	x	2,40
	Operação (fase)			x	x	40
	Commodities			x		6,16,29
	Competitividade, desenvolvimento e relações econômicas locais e regionais			x		1,6,16,17,18,19,37,40,41,43,45,46
	Quantidade e uso de veículos individuais			x		1,4,14,15,40
	Acessibilidade/ Inacessibilidade		x	x	x	1,4,5,14,15,16,24,25,27,30,34,35,36,37,39,40,41,42,43,45,46,47,48
	Projeto de Engenharia			x		40
	Pedagiamento			x	x	16,40
	Custos (investimentos ou prejuízos)			x		18,19,28,39,40,45,46
	Complexidade e dimensão do projeto rodoviário			x		40
	Veículos de construção			x		2,40
	Valor do solo e da propriedade		x	x	x	1,4,5,6,7,8,9,14,15,18,19,24,25,28,29,35,37,40,43,45,46,47
	Concessão/ privatização			x	x	14,15,16,40
	Estado de conservação rodoviária			x	x	6,7,9,16
	Tecnologia de materiais e processos na construção rodoviária			x		2,6,10,11,12,14,17,29,40
	Logística			x		6,10,12,16,18,19,29,40,45,46
	Implantação/ duplicação			x	x	2,40,41
	Cadeias, fluxos e comportamentos de consumo			x		6,16,17,18,19,37,40,41,45,46
	Interesse econômico			x		6,7,8,10,14,18,19,21,25,28,29,37,39,40,41,43,45,46,47,49
	Fluxos logísticos especiais/ cadeia de fluxos fechados			x		6,18,19,40
	Segurança Viária			x	x	1,4,14,15,16,27
	Sistemas de transporte				x	1,4,6,9,14,15,16,18,19,24,25,27,34,35,36,37,40,41,42,43,45,46,47,48
	Desenvolvimento territorial (regular/irregular)		x	x	x	1,4,5,9,14,15,24,28,30,37,38,40,42,46,47
	Transformações urbanas do espaço				x	1,4,5,8,14,15,25,28,37,40,41,45,46,47
	Pavimentação rodoviária				x	1,2,4,5,14,15,16,24,27
	Iluminação rodoviária				x	1,2,4,5,14,15,16,24,27
	Integração espacial/ territorial		x		x	1,4,5,14,15,24,25,27,40,41,42,43,46
	Comportamento/ tempo e número de viagens		x		x	1,4,5,14,15,24,27,34,35,36,37,39,40,41,42,43,45,46,48
	Velocidade rodoviária				x	1,4,14,15
	Sustentabilidade	x	x	x	x	2,3,6,8,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,22,23,27,29,31,45,49
	Desapropriações		x		x	1,4,14,40,41
Segregação espacial/ territorial		x		x	1,4,30,40,41,44	
Decisões políticas/ contexto político				x	2,9,14,15,18,19,21,23,24,25,26,27,28,30,37,40,47,49	
Desenvolvimento lindeiro e do entorno/ desenvolvimento periférico				x	1,4,5,14,15,40	
Mobilidade urbana				x	14,15,16,25,27,39,40,41,42,43	
Congestionamentos/ conflitos de tráfego/ tráfego				x	1,4,14,15,16,37,39,43	
Localização da rodovia				x	1,4,6,16,18,19,21,40,45,46	
Modais				x	1,4,14,15,27,41,43	
Rodovias				x	14,15,18,19,25,43,45,46	
Dimensão econômica			x		6,16,17,18,19,21,25,29,37,40,45,46	
Dimensão ambiental	x				2,3,21,22,23,25,26,29,31,38	

### Características do Estudo de caso (analisadas em Planos Diretores) / Legenda da tabela anterior

Legenda:	
EC	Estudo de Caso
*	Não se aplicou ao EC (Estudo de Caso)
1	Loteamento Residencial de baixa ou média densidades com pequeno comércio e serviços locais. (S+E)
2	APA's/UC's/áreas verdes demarcadas em P.D. (A)
3	Área com vasta capilaridade hidrográfica. (A)
4	Condomínio horizontal de alto padrão existente ou previsão. (S)
5	Previsão de novo loteamento residencial ou extensão do existente. (S)
6	Área/zona industrial. (E)
7	Autódromo de Goiânia. (S+E)
8	Parque Municipal. (A+S)
9	Equipamento público institucional (Prefeitura de Goiânia e Centro Cultural Oscar Niemeyer). (GP)
10	Pedreira/Mineração. (A)
11	ETE. (A)
12	Aterro. (A)
13	FURNAS. (GP)
14	Estação de Conexão com Corredor de transporte público + bicicletário. (GP)
15	Linhas de corredores de transporte público existentes ou a implantar. (GP)
16	Via de influência econômica. (E)
17	Área com previsão de atividade econômica sustentável. (A+E)
18	Polo de desenvolvimento econômico (aeroporto/CEASA)/ AEIE (Área de Especial Interesse Econômico). (E+GP)
19	Eixo de desenvolvimento econômico. (E)
20	Cemitério. (S)
21	Macrozona/Zona Rural. (A+GP)
22	Zona de amortecimento de Parque (APA). (A)
23	Áreas de reserva legal. (A)
24	AEIS (área de especial interesse social). (S+GP)
25	Macrozonas urbana ou de expansão urbana. (GP)
26	AEIA (Área de especial interesse ambiental). (A+GP)
27	Ciclovia/Bicicletário. (GP)
28	Outorga Onerosa de mudança de uso/direito de construir. (GP)
29	Produção agrícola/pecuária. (E)
30	Deficiência de infraestruturas (água, energia, esgoto ou asfalto). (S+GP)
31	Pastagem e vegetação remanescente. (A)
32	Risco de erosão moderada a alta. (A)
33	Renda populacional de zero a 3 salários. (S+E)
34	Unidade Básica de Saúde. (S)
35	Equipamentos comunitários de esporte e lazer. (S)
36	Equipamento institucional educacional (ed. Infantil e ensino médio). (S)
37	Centralidade. (E+GP)
38	Área de impactação do aeroporto (mandras/ruídos). (E)
39	Ponto de congestionamentos. (GP)
40	Implantação/duplicação de via. (GP)
41	Vias expressas existentes ou propostas. (GP)
42	Capilaridade de vias coletoras e locais. (GP)
43	Vias arteriais existentes ou propostas. (GP)
44	Complexo prisional. (S)
45	Previsão aeroporto. (E)
46	Previsão Campus Universitário. (S+GP)
47	Área de desenvolvimento estratégico/ interesse urbanístico. (GP)
48	Serviço de saúde. (S) = 34
49	Área Especial de Patrimônio Natural ou Cultural. (A+S+GP)